



**TUGAS AKHIR - TM 141585**

**PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK BLANK HOLDER  
PADA PROSES DEEP DRAWING UNTUK PEMBUATAN  
CUP SELONGSONG PELURU KALIBER 20 MM**

Yoga Yama Giri  
NRP. 2109 100 071

Dosen Pembimbing  
Ir. Bambang Pramujati, M.sc.Eng., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



**TUGAS AKHIR - TM 141585**

**PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK BLANK HOLDER  
PADA PROSES DEEP DRAWING UNTUK PEMBUATAN  
CUP SELONGSONG PELURU KALIBER 20 MM**

Yoga Yama Giri  
NRP. 2109 100 071

Dosen Pembimbing  
Ir. Bambang Pramujati, M.sc.Eng., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

**PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK BLANK HOLDER  
PADA PROSES DEEP DRAWING UNTUK PEMBUATAN  
CUP SELONGSONG PELURU KALIBER 20 MM**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Manufaktur  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Yoga Yama Giri**

Nrp. 2109100071

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Bambang Pramujati, M.Sc.Eng,Ph.D. .... (Pembimbing)
2. Prof. Dr. Ing. I Made Londen B., M.Eng ..... (Penguji I)
3. Arif Wahjudi, ST., MT., Ph.D. .... (Penguji II)
4. Ari Kurniawan S., ST., MT. .... (Penguji III)

**SURABAYA  
Juli, 2015**

# **PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK BLANK HOLDER PADA PROSES DEEP DRAWING UNTUK PEMBUATAN CUP SELONGSONG PELURU KALIBER 20 mm**

**Nama Mahasiswa : Yoga Yama Giri**  
**NRP : 2109 100 071**  
**Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Pramujati, M.sc.Eng.,  
Ph.D.**

## **Abstrak**

*Dalam pembuatan selongsong peluru, proses sheet metal forming berupa deep drawing dan ironing dilakukan. Pada proses deep drawing, terdapat komponen blank holder yang berguna untuk menjepit benda kerja. Pada proses deep drawing konvensional, mesin press digerakkan secara mekanik dengan roda gila, blank holder dan drawing ram digerakkan oleh satu poros utama. Hasil yang didapatkan dari proses konvensional ini adalah gaya dan kecepatan blank holder yang tidak mampu dikontrol dengan baik, sehingga bisa mengakibatkan kecacatan pada produk seperti wrinkle, tearing dan crack. Selongsong peluru yang cacat mengakibatkan peluru tidak dapat ditembakkan dengan maksimal.*

*Berdasarkan dari permasalahan di atas, suatu mekanisme untuk mengatur gerakan pada blank holder diperlukan, yaitu sebuah sistem hidrolik. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan meliputi perancangan proses pembuatan cup dari sebuah blank, kemudian dilanjutkan dengan perancangan blank holder pada proses deep drawing. Langkah selanjutnya adalah perancangan sistem hidrolik untuk menggerakkan blank holder, setelah itu dilakukan simulasi dengan menggunakan software FLUIDSIM.*

*Dalam perancangan sistem hidrolik blank holder pada proses deep drawing untuk pembuatan cup selongsong peluru*

kaliber 20 mm, posisi blank holder set terletak di bawah benda kerja. Blank holder berbentuk persegi empat sama sisi dengan dimensi 100 x 100 mm dan tebal 30 mm. Pada blank holder, terdapat lubang dengan diameter 74 mm sedalam 5 mm sebagai tempat meletakkan blank dan terdapat lubang untuk punch dengan diameter 42 mm. Pin berjumlah 4 buah dan berbentuk silinder dengan diameter 25,4 mm dan tinggi 120 mm, sedangkan plat bawah berbentuk persegi empat sama sisi dengan dimensi 100 x 100 mm dan tebal 30 mm. Pressure relief valve di setting sebesar 13 bar dan screw atau knob pada flow control valve di putar 3,75 kali (CCW) dari kondisi fully closed, sehingga pada saat silinder retract memberikan gaya holding ke atas sebesar 10,2 kN, dan silinder turun dengan kecepatan 0,03 m/s. Pressure pada power pack di setting 17,37 bar dengan flow rate 15,54 liter/min, sehingga mampu menggerakkan silinder saat naik dengan kecepatan 0,03 m/s.

**Kata Kunci :** Deep drawing, blank holder, sistem hidrolik



# **DESIGN HYDRAULIC SYSTEM OF BLANK HOLDER IN DEEP DRAWING PROCESS FOR MAKING SHELL CASINGS CUP CALIBER 20 MM**

**Student Name : Yoga Yama Giri**  
**NRP : 2109 100 071**  
**Department : Teknik Mesin FTI-ITS**  
**Academic Advisor : Ir. Bambang Pramujati, M.sc.Eng.,  
Ph.D.**

## ***Abstract***

*In order to make shell casings, sheet metal forming process like deep drawing and ironing must be done. In deep drawing process, there is a component named blank holder that useful to clamp the workpiece. In the conventional deep drawing process, press machine are driven by mechanical with a flywheel, blank holder and drawing ram are driven by one main shaft. Result of this conventional process is force and velocity of blank holder can not be well controlled, so that will result defection in the products such as wrinkle, tearing and crack.. Defection in shell casings, make the bullet can not be fired well.*

*Based on the problem above, it needs a mechanism that can control the movement of blank holder. It is a hydraulic system that can control the movement of the blank holder. The step in this research, includes design the process making cup from a blank, then continued with design blank holder in deep drawing process. The next step is to designing hydraulic system to make blank holder move, after that simulation is performed by using fluidsim software.*

*In designing hydraulic system of blank holder in the deep drawing process for making shell casing cup caliber 20 mm, position of the blank holder set is located under workpiece. Blank holder has square form (100 x 100 mm) with 30 mm height. At blank holder, there is a hole in the center ( $\phi$  74 mm) with the depth of 5 mm for a place to put blank and there is another hole for the*

*place of punch ( $\phi 42$  mm). The number of pins used by 4 units and have cylindrical shape ( $\phi 25,4$  mm) with 120 mm height, while plate has square form ( $100 \times 100$  mm) with 30 mm height. Pressure relief valve must be setting 13 bar and screw or knob at flow control valve is rotated 3,75 times (ccw) from the fully closed condition in order to give force to the top by 10222,32 n and cylinder moving down with velocity 0,03 m/s. Pressure in power pack must be setting 17,37 bar with flow rate 15,54 liter/min in order to make cylinder moving up with velocity 0,03 m/s.*

**Keywords: Deep Drawing, blank holder, hydraulic system**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat-Nya selama penulis menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember, sehingga penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul:

### **“PERANCANGAN SISTEM HDROLIK PADA PROSES DEEP DRAWING UNTUK PEMBUATAN CUP SELONGSONG PELURU KALIBER 20 MM”**

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunannya terutama kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ibunda Endang Giri Nilawaty dan Ayahanda Putu Artha Giri yang telah memberikan banyak doa, dukungan dan semangat yang tiada mengenal kata lelah maupun pamrih.
  2. Bapak Ir. Bambang Pramujati, M.sc.Eng., Ph.D. yang memberikan bimbingan mulai awal penulisan tugas akhir hingga selesai.
  3. Prof. Dr. Ing. Ir. I Made Londen B, M.Eng., Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA., Arif Wahjudi, ST, MT, Ph.D, Ari Kurniawan, ST, MT., selaku dosen penguji seminar dan sidang tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan tugas akhir.
  4. Teman-teman Laboratorium Perancangan Dan Pengembangan Produk.
  5. Seluruh Staf Pengajar dan karyawan di Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.
  6. Dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- Semoga Tuhan YME membalas kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini dengan



melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak serta bernilai ibadah di hadapan Tuhan YME. Amin.

Surabaya, Agustus 2015

Yoga Yama Giri

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>KATA PENGANTAR</b>	ix
<b>DAFTAR ISI</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b>	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Blank dan Cup	6
2.2.2 Jumlah Langkah Proses Deep Drawin	7
2.2.2.1 Analisa Draw Ratio	8
2.2.2.2 Pendekatan Hubbert	8
2.2.2.3 Analisa Percentage Reduction	9
2.2.3 Blank Holder	10
2.2.4 Silinder Actuator	13
2.2.5 Fluida	16
2.2.6 Katup	17
2.2.7 Unit Tenaga	18
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	19
3.1 Diagram Alir Penelitian	19

3.2 Tahapan Penelitian.....	20
3.2.1 Studi Literatur dan Lapangan.....	20
3.2.2 Perancangan Proses Pembuatan Cup dari Sebuah Blank.....	22
3.2.3 Perancangan Blank Holder Set pada Proses Deep Drawing.....	22
3.2.3.1 Perancangan Geometri Blank Holder..	22
3.2.3.2 Perhitungan Blank Holder Force.....	23
3.2.4 Perancangan Sistem Hidrolik Blank Holder..	23
3.2.4.1 Perancangan Skema Sistem Hidrolik..	23
3.2.4.2 Pemilihan Silinder Hidrolik.....	23
3.2.4.3 Pemilihan Valve.....	24
3.2.4.4 Pemilihan Power Pack.....	24

#### **BAB 4 PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK BLANK HOLDER.....**

4.1 Perancangan Skema Blank Holder Set.....	25
4.2 Perancangan Proses Pembuatan Cup Dari Sebuah Blank.....	26
4.2.1 Perhitungan Diameter Blank.....	26
4.2.2 Perancangan Jumlah Proses Deep Drawing..	26
4.2.2.1 Persamaan Hubert.....	27
4.2.2.2 Analisa Draw Ratio.....	27
4.2.2.3 Analisa Percentage Reduction.....	29
4.3 Perancangan Blank Holder Set.....	29
4.3.1 Perancangan Geometri Blank Holder Set...	29
4.3.2 Perhitungan Gaya Drawing dan Gaya Blank Holder.....	31
4.4 Perancangan Sistem Hidrolik.....	36
4.4.1 Pemilihan Silinder Hidrolik.....	38
4.4.1.1 Buckling Test.....	40
4.4.1.2 Menghitung Tekanan Maksimum Pada Sistem.....	42
4.4.1.3 Menghitung Flow Rate Maksimum Pada Sistem.....	42
4.4.2 Pemilihan Valve.....	43

4.4.2.1 Pemilihan Directional Control Valve..	43
4.4.2.2 Pemilihan Flow Control Valve.....	45
4.4.2.3 Pemilihan Presure Relief Valve.....	46
4.4.2.4 Pemilihan Check Valve.....	48
4.4.3 Pemilihan Power Pack.....	50
4.5 Simulasi Perancangan Sistem Hidrolik Blank	
Holder.....	51
4.5.1 Setting Parameter.....	51
4.5.2 Simulasi Gaya Holding.....	56
4.5.3 Simulasi Silinder Saat Retract.....	57
4.5.4 Simulasi Silinder Saat Extend.....	61
4.6 Daftar dan Spesifikasi Komponen Sistem Hidrolik.	64
4.7 Analisa Panjang Stroke 300 mm.....	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	







## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rumus Mencari Diameter Blank.....	7
Tabel 2.2	Limiting Draw Ratio untuk Beberapa Material.....	8
Tabel 2.3	Jumlah Proses Deep Drawing.....	9
Tabel 2.4	Reduksi Maksimum yang Diiijinkan di Dalam Proses Deep Drawing.....	10
Tabel 2.5	Correction Value n.....	12
Tabel 3.1	Perancangan Material Blank, Blank Holder, Plat dan Pin.....	20
Tabel 3.2	Kekuatan Material Baja dan Kuningan.....	21
Tabel 4.1	Bagian-Bagian Dalam Perancangan Blank Holder Set.....	30
Tabel 4.2	Daftar Kebutuhan dari Sistem Hidrolik yang Dirancang.....	38
Tabel 4.3	Perancangan Silinder Hidrolik.....	38
Tabel 4.4	Katalog Silinder Hidrolik.....	39
Tabel 4.5	Katalog Panjang Silinder Hidrolik yang Diiijinkan.....	40
Tabel 4.6	Katalog Spesifikasi Power Pack.....	51
Tabel 4.7	Daftar Komponen Sistem Hidrolik.....	64



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Di tengah kondisi politik dan ekonomi dunia yang tidak menentu ini, pertahanan nasional yang kuat sangat diperlukan. Terlebih Indonesia adalah negara kepulauan, maka diperlukan pertahanan militer yang didukung oleh *supply* persenjataan dan amunisi yang terjamin. Kebutuhan amunisi untuk seluruh kesatuan NKRI saat ini berkisar 600 juta peluru per tahun, sedangkan produksi peluru nasional saat ini masih sekitar 100 juta peluru per tahun [1]. Dalam hal ini, sebuah mesin *press tool* yang mampu membuat peluru dengan murah namun kualitas yang baik dibutuhkan, sehingga peluru dapat diproduksi secara massal.

Pada pembuatan selongsong peluru, proses yang digunakan adalah proses *deep drawing* dan *ironing*. Dalam proses ini mula-mula material benda kerja berupa *sheet metal*, lalu akibat proses *deep drawing*, benda kerja menjadi berbentuk *cup*, setelah itu dilanjutkan dengan penipisan tebal dinding atau *ironing* untuk menghasilkan selongsong peluru yang diinginkan. Dalam proses *deep drawing*, *blank holder* berperan cukup besar terhadap hasil produk. Pada proses *deep drawing* konvensional, mesin *press* digerakkan secara mekanik dengan roda gila, *blank holder* dan *drawing ram* digerakkan oleh satu poros utama [2]. Hasil yang didapatkan dari proses konvensional ini adalah gaya dan kecepatan *blank holder* yang tidak mampu dikontrol dengan baik [3], sehingga bisa mengakibatkan kecacatan pada produk seperti *wrinkle*, *tearing* dan *crack*. Selongsong peluru yang cacat mengakibatkan peluru tidak dapat ditembakkan dengan maksimal dan keakuratan penembakan menurun.

Dari uraian di atas, suatu mekanisme untuk mengatur gaya dan kecepatan dari *blank holder* akan dikembangkan pada tugas akhir ini, sehingga benda hasil produksi tidak terjadi kecacatan. Mekanisme yang digunakan adalah sistem hidrolik

agar gerakan *blank holder* baik itu maju ataupun mundur bisa dikontrol dengan baik, sehingga tidak terjadi cacat.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang tersebut diatas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana merancang *blank holder* pada proses *deep drawing* untuk pembuatan *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm?
- Bagaimana merancang sistem hidrolik dalam menggerakkan *blank holder* untuk pembuatan *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan dari penelitian maka batasan masalah perlu ditetapkan sebagai berikut:

- Bagian yang dirancang adalah bagian *blank holder*.
- Tebal material konstan selama proses *deep drawing*.
- Sistem kontrol tidak dibahas.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Merancang *blank holder* untuk membuat *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm.
- Merancang sistem hidrolik *blank holder* untuk membuat *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberi pengetahuan kepada dunia perindustrian mengenai perancangan *blank holder* untuk pembuatan



*cup* selongsong peluru kaliber 20 mm dengan menggunakan sistem hidrolis.

2. Memberi pengetahuan kepada dunia akademik bahwa produksi peluru buatan bangsa sendiri tidak mustahil dilakukan dan prosesnya dapat terus dikembangkan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Buku tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, yang dijelaskan sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar ilmu yang menjadi referensi pendukung dalam mengerjakan tugas akhir.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode penelitian yang digunakan dalam mengerjakan tugas akhir.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

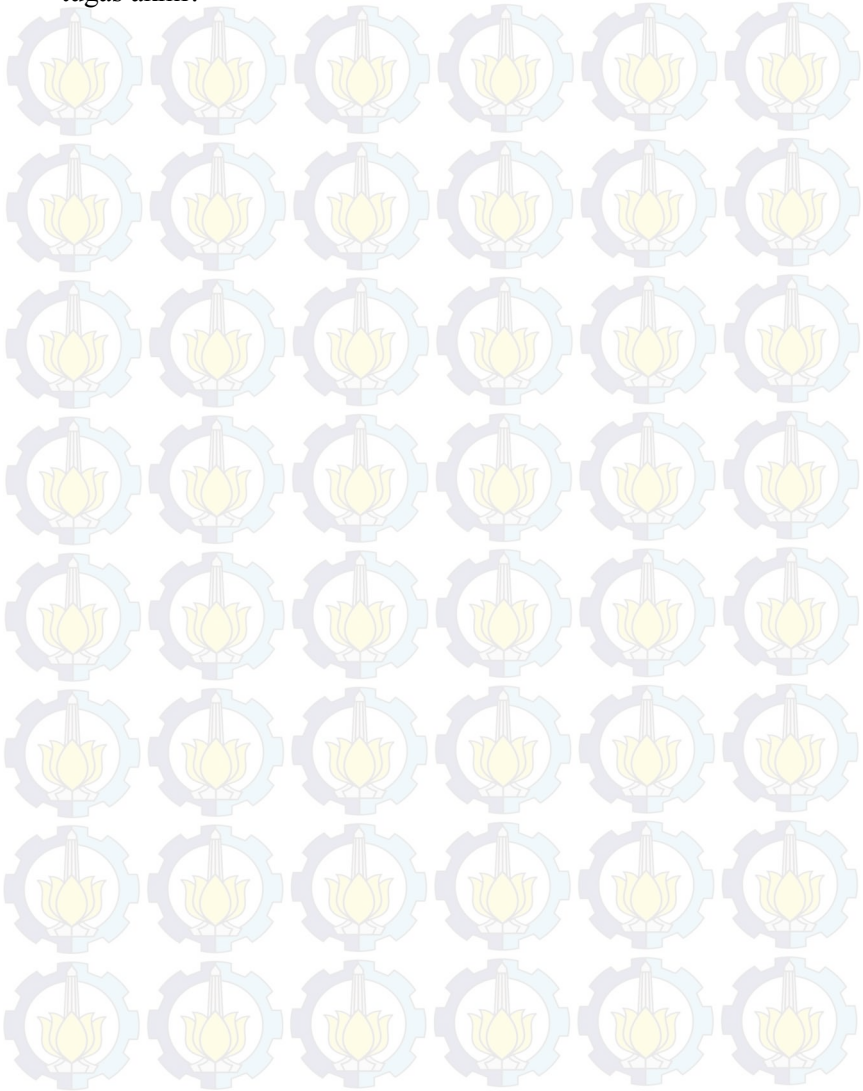
Bab ini berisi penjelasan mengenai data hasil pengujian dan pembahasannya.

### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran tugas akhir. Saran mengenai hal-hal yang masih bisa dikembangkan lebih



lanjut, atau berisi masalah yang dialami pada proses pengerjaan tugas akhir.

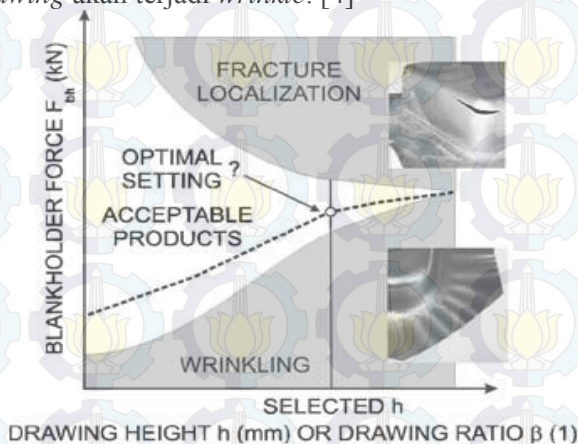


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

*Deep drawing* adalah salah satu proses *metal forming*, untuk membuat benda kerja berupa *blank* (*sheet metal*) menjadi suatu produk yaitu *cup*. Komponen-komponen penting di dalam proses *deep drawing* meliputi *punch*, *blank holder* dan *dies*. Pada proses secara umum, mula-mula material *blank* diletakkan di atas *dies*, setelah itu terkena gaya kompresi akibat *punch* menuju gap di antara *dies*. Sebelum *punch* memberi gaya pada *blank*, pada ujung *blank* dikenai gaya akibat *blank holder*, agar produk yang dihasilkan terhindar dari cacat *wrinkling*. Dapat dilihat dari gambar 2.1, gaya *holding* adalah salah satu parameter penting yang mempengaruhi proses *deep drawing*. Apabila *blank holder force* terlalu besar, produk hasil proses *deep drawing* akan menjadi robek, sedangkan jika terlalu kecil produk hasil proses *deep drawing* akan terjadi *wrinkle*. [4]



**Gambar 2.1** *Technological window*

Kemampuan lembaran plat dari uji tarik dalam dapat dinyatakan dalam *Limiting Drawung Ratio* (LDR) yang



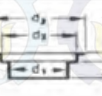
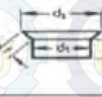



merupakan perbandingan antara diameter bakalan maksimum yang dapat dibentuk menjadi sebuah mangkuk yang baik dengan diameter penekan. Robek pada mangkuk yang dihasilkan dapat terjadi akibat tekanan penjepit yang diberikan terlalu besar (melebihi batas maksimum) [5].

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 *Blank* dan *Cup*

*Blank* adalah material benda kerja awal sebelum proses *deep drawing* berlangsung. *Blank* berupa pelat tipis berbentuk lingkaran pada umumnya. *Cup* adalah hasil produk setelah proses *deep drawing* berlangsung. Bentuk *cup* berupa silinder tabung tanpa tutup. Diameter blank dapat dihitung jika diameter *cup* diketahui. Tabel 2.1 menunjukkan tentang persamaan-persamaan untuk mencari diameter *blank* jika diketahui dimensi dan bentuk cup hasil proses *deep drawing*.

**Tabel 2.1** Rumus mencari diameter *blank* [6]

	$\sqrt{d^2 + 4 d_1 h}$
	$\sqrt{d_2^2 + 4 d_1 h}$
	$\sqrt{d_3^2 + 4 (d_1 h_1 + d_2 + h_2)}$
	$\sqrt{d_3^2 + 4 d_1 h + 2 f + (d_1 + d_2)}$
	$\sqrt{d_3^2 + 4 (d_1 h_1 + d_2 h_2) + 2 f + (d_2 + d_3)}$
	$\sqrt{2 d^2} = 1.41 d$
	$\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$

### 2.2.2 Jumlah Langkah Proses *Deep Drawing*

Dalam menentukan jumlah proses di dalam *deep drawing*, analisa *draw* rasio, persamaan hubbert dan analisa *percentage reduction* terlebih dahulu harus dilakukan [7-8]. Energi yang dikeluarkan dipengaruhi oleh jumlah proses *deep drawing*. Apabila jumlah proses terlalu banyak, maka energi yang terbuang akan banyak. Apabila jumlah proses terlalu sedikit, sehingga memaksakan material yang seharusnya dikenakan proses *deep drawing* dua kali proses, menjadi sekali proses, akibatnya produk hasil proses akan terjadi cacat dan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Perhitungan jumlah langkah *deep*



*drawing* sesuai analisa *draw ratio*, pendekatan hubbert dan analisa *percentage reduction* akan dijelaskan berikut ini.

### 2.2.2.1 Analisa Draw Ratio

*Drawing ratio* adalah perbandingan antara diameter *blank* dengan diameter produk. Masing-masing material memiliki LDR (*Limiting Draw ratio*) yang berbeda-beda. *Limiting Draw Ratio* adalah rasio batas yang diijinkan untuk menentukan apakah proses *deep drawing* bisa dilakukan sekali proses atau tidak. *Limiting Draw ratio* untuk beberapa material bisa dilihat pada tabel 2.2. *Draw ratio* dihitung dengan persamaan [6]:

$$\beta = \frac{D}{d} \quad (2.1)$$

dimana :

$\beta$  = draw ratio

D = diameter blank (mm)

d = diameter dalam produk (mm)

**Tabel 2.2** *Limiting draw ratio* untuk beberapa material [9]

Designation		Minimum $S_{y,0.2}$ N/mm <sup>2</sup> (ksi)	Minimum $S_u$ , N/mm <sup>2</sup> (ksi)	Minimum fracture strain, $\epsilon_f$ , % (Specimen $l_0 = 80 \text{ mm}$ , $b_0$ $= 20 \text{ mm}$ ) <sup>a</sup>	Achievable drawing ratio $\beta$		
DIN	US				First draw	First redraw without annealing	First redraw with annealing
Cu	UNS C12500	<140 (20.3)	215–255 (31.2–37)	> 45	2.1	1.3	1.9
Copper-zinc alloys (brass)				$\epsilon_f < 5$ mm <sup>b</sup>			
CaZn57F30	UNS C27400	<195 (28.3)	295–370 (42.8–53.85)	50	2.1	1.4	2.0
CaZn26F28	UNS C26000	<155 (22.5)	175–350 (39.9–50.25)	50	2.2	1.4	2.0
CaZn10F24	UNS C22000	<135 (19.6)	135–295 (14.1–42.8)	42	2.2	1.3	1.9
Cu3512Zn24F35	UNS C75700	<295 (42.8)	240–410 (49.3–59.45)	45	1.9	1.3	1.8
CuAl200F430	UNS T1600 (Monel)	110 (15.95)	295 (42.8)	55	1.9	1.3	1.8

### 2.2.2.2 Pendekatan Hubbert

Pendekatan Hubbert digunakan untuk mengetahui jumlah langkah proses di dalam *deep drawing* [6]. Tabel 2.3 menunjukkan berapa jumlah proses langkah *deep drawing* yang dilakukan, apabila nilai pendekatan hubbert telah selesai dihitung.



Jumlah proses *deep drawing* yang dilakukan menurut pendekatan Hubbert, dapat dihitung dengan persamaan [6]:

$$n = \frac{h}{d} \quad (2.2)$$

dimana:  $n$  = jumlah proses *drawing*  
 $h$  = tinggi cup setelah  $n$  *drawing* (mm)  
 $d$  = diameter cup setelah  $n$  *drawing* (mm)

**Tabel 2.3** Jumlah proses *deep drawing* [7]

If $h/d < 0.75$	then no. of draws = 1
If $0.75 < h/d < 1.5$	then no. of draws = 2
If $1.5 < h/d < 3.0$	then no. of draws = 3
If $3.0 < h/d < 4.5$	then no. of draws = 4

### 2.2.2.3 Analisa Percentage Reduction

*Percentage reduction* menyatakan berapa persen reduksi diameter dari sebuah proses *deep drawing*. Nilai *percentage reduction* dipengaruhi oleh diameter benda kerja sebelum di proses, diameter produk setelah di proses dan ketebalan material. Tabel 2.4 menunjukkan reduksi maksimum yang diijinkan didalam proses *deep drawing*. Nilai *percentage reduction* dapat dihitung menggunakan persamaan [8]:

$$R = 100 (1 - d / D) \quad (2.3)$$

dimana :  $R$  = Nilai persentasi reduksi  
 $d$  = Diameter produk (mm)  
 $D$  = Diameter benda kerja sebelum proses (mm)

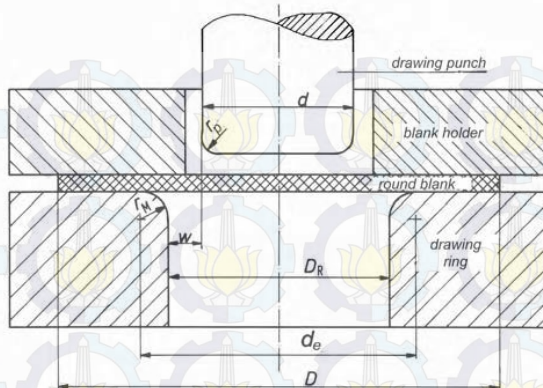
**Tabel 2.4** Reduksi maksimum yang diijinkan didalam proses *deep drawing* [8]

Material Thickness	Blank to 1 <sup>st</sup> Draw	1 <sup>st</sup> to 2 <sup>nd</sup> Draw	2 <sup>nd</sup> to 3 <sup>rd</sup> Draw
.010	27%	18%	17%
.015	32%	20%	19%
.020	35%	21%	20%
.025	39%	22%	21%
.030	42%	23%	22%
.035	44%	26%	24%
.040	46%	28%	25%
.045	47%	28%	25%
.050	47%	29%	26%
.055	48%	29%	26%
.06 to .125	48%	30%	27%
.125 to .250	47%	28%	26%

### 2.2.3 Blank Holder

*Blank holder* adalah suatu plat yang digunakan untuk menjepit material pada saat proses *deep drawing* berlangsung. *Blank holder* dapat terpasang di bagian bawah atau bagian atas, tergantung sistem konstruksi yang dipergunakan. *Blank holder* membutuhkan gaya untuk menjepit ujung material benda kerja yang disebut *blank holder force*. Jika *blank holder force* terlalu besar, maka material akan sobek saat proses *deep drawing* berlangsung. Jika *blank holder force* terlalu kecil, maka akan terjadi *wrinkle* atau keriput pada produk [7]. Oleh karena itu, *blank holder* harus dirancang dengan benar sehingga produk yang dihasilkan dapat sesuai keinginan.

Gambar 2.2 menunjukkan *layout* dari *drawing punch*, *blank holder* dan *drawing ring*. Gambar tersebut merupakan konstruksi proses *deep drawing* secara umum, namun dalam praktek yang lain, konstruksi tersebut bisa berubah sesuai dengan rancangan *designer* dan kebutuhan.



**Gambar 2.2** Layout deep drawing process[6]

Penjelasan dari gambar di atas adalah sebagai berikut:

$d$  = diameter *punch* (mm)

$r_p$  = radius di ujung *punch* (mm)

$w$  = *drawing clearance* (mm)

$D_r$  = diameter ring (mm) =  $d + 2w$

$d_e$  = diameter efektif *blank holder* (mm) =  $d_r + 2r_M$

$r_M$  = radius *die edge* (mm)

$D$  = diameter *blank* (mm)

Dalam perhitungan, *drawing clearance* dan *die edge curvature* harus dirancang dengan baik, karena dapat menentukan baik atau buruknya suatu produk. *Drawing clearance* ( $w$ ) dapat dicari dengan persamaan [6]:

$$w = 1,1 \cdot s \quad (2.4)$$

*Die edge curvature* dapat dihitung dengan persamaan [6]:

$$r_M = \frac{0.035}{\sqrt{\text{mm}}} [50 \text{ mm} + (D - d)] \cdot \sqrt{s} \quad (2.5)$$

dimana :

$r_M$  = radius *die edge* (mm)

$D$  = diameter *blank* (mm)

$d$  = diameter produk (mm) = diameter *punch*

$s$  = tebal *blank* (mm)



*Blank holder force* adalah sebuah gaya yang dilakukan oleh *blank holder* untuk menjepit ujung material agar bisa di proses dengan aman dan tanpa cacat. *Blank holder force* dapat dihitung dengan persamaan [10]:

$$F_h = 0,015 \cdot \sigma_{ys} \cdot \pi \cdot \left\{ D_b^2 - (D_p + 2,2 \cdot s + 2 \cdot R_d)^2 \right\} \quad (2.6)$$

dimana :  $F_h$  = *Blank holder Force* (N)

$\sigma_{ys}$  = *yield strength material* (N/mm<sup>2</sup>)

$D_b$  = *diameter blank* (mm)

$D_p$  = *diameter punch* (mm)

$s$  = *tebal material* (mm)

$R_d$  = *die corner radius* (mm)

*Drawing force* adalah gaya yang dibutuhkan untuk membentuk *blank* menjadi sebuah *cup*. Gaya *drawing* untuk membentuk *cup* pada proses *drawing* pertama dapat dihitung dengan persamaan [6]:

$$F_{dr} = D_p \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n \quad (2.7)$$

dimana:  $F_{dr}$  = *drawing force* (N)

$D_p$  = *diameter punch* (mm)

$s$  = *tebal material* (mm)

$R_m$  = *tensile strength* (N/mm<sup>2</sup>)

$n$  = *correction value*

Nilai *correction value* didasarkan pada nilai dari actual *draw ratio*. Tabel 2.5 menunjukkan hubungan antara *correction value* dan *drawing ratio*.

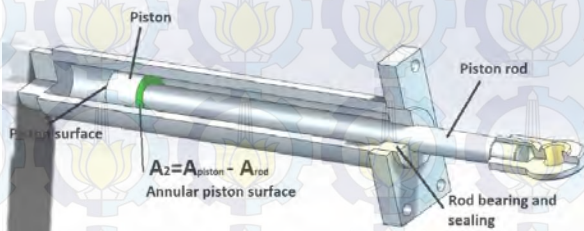
**Tabel 2.5** *Correction value* n [6]

$n$	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3
$\beta_{actual} = \frac{D}{d}$	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2

#### 2.2.4 Silinder Actuator

Aktuator di dalam sistem hidrolik berfungsi untuk merubah energi fluida menjadi energi mekanik. Jenis aktuator yang umum digunakan adalah aktuator jenis silinder hidrolik. Aktuator jenis silinder hidrolik dibagi menjadi dua, yaitu tipe *single acting* silinder dan *double acting* silinder. Pada tipe *single acting*, *stroke* bekerja satu arah saja, *stroke* kembali dijalankan oleh gaya gravitasi atau gaya pegas, sedangkan untuk tipe *double acting*, *stroke* bekerja dua arah dengan memasukkan tekanan fluida ke salah satu sisi dari piston [11].

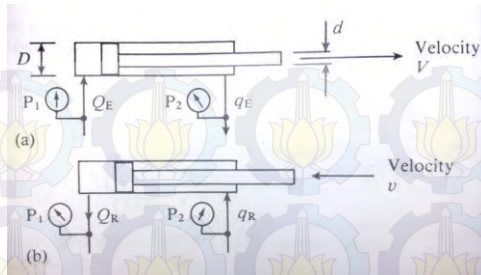
Silinder aktuator mempunyai bagian-bagian penting, seperti piston, piston *rod*, permukaan piston, permukaan annulus, *bearing* dan *sealing*. Gambar 2.3 adalah gambar aktuator dan bagian-bagiannya.



**Gambar 2.3** Bagian-bagian di dalam *actuator*

Gerakan pada piston ada 2 macam, yaitu gerakan piston *extend* dan gerakan piston *retract*. Gerakan *extend* adalah gerakan ketika *piston rod* maju. Gambar 2.4a menunjukkan gerak piston *rod* ketika sedang *extending*. Fluida bertekanan  $P_1$  dengan *flow rate*  $Q_E$  mengalir melalui bagian permukaan piston (*full bore*) dan keluar melewati bagian annulus area. Gerakan *retract* adalah gerakan ketika piston mundur. Gambar 2.4b menunjukkan gerak ketika piston *rod* sedang *retracting*. Fluida bertekanan  $P_2$  dengan *flow rate*  $q_R$  masuk melalui bagian annulus area dan keluar melewati bagian permukaan piston (*full bore*) [11].





**Gambar 2.4** Silinder (a) dalam kondisi *extend*  
(b) dalam kondisi *retract* [11]

Pada saat kondisi *extend*, kecepatan piston *rod* maju dan waktu piston *rod* untuk *extend* dapat dihitung dengan persamaan [11]:

$$V_{\text{ext}} = Q_E / A = q_E / (A-a) \quad (2.8)$$

$$t_{\text{ext}} = \frac{\text{extend volume}}{\text{flow rate to full bore end}} \quad (2.9)$$

$$= \frac{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \cdot L}{Q_E}$$

Pada saat kondisi *retract*, kecepatan piston *rod* mundur dan waktu piston *rod* untuk mundur dapat dihitung dengan persamaan [11]:

$$V_{\text{ret}} = q_R / (A-a) = Q_R / A \quad (2.10)$$

$$t_{\text{ret}} = \frac{\text{retract volume}}{\text{flow rate to annulus area}} \quad (2.11)$$

$$= \frac{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \cdot L}{q_R}$$

Pada aplikasi dinamis, beban inersia, gesekan seal, gesekan beban dan lain-lain harus diperhitungkan dalam perhitungan gaya dinamis pada silinder aktuator. Sebagai pendekatan awal, gaya dinamis bernilai 0,9 dari gaya statis [11]. Gesekan pada seal bervariasi, tergantung pada seal dan desain silinder. Tekanan yang dibutuhkan untuk mengatasi gesekan seal,

umumnya tidak tersedia di pasaran. Tekanan untuk mengatasi seal ini dapat bernilai 5 bar untuk tujuan perhitungan [11]. Gaya silinder maju dan mundur dapat dihitung dengan persamaan [11]:

$$F_{\text{ext}} = (P_1 \cdot A - P_2 (A - a)) \cdot 0,9 \quad (2.12)$$

$$F_{\text{ret}} = (P_2 \cdot (A - a) - P_1 \cdot A) \cdot 0,9 \quad (2.13)$$

Metode *mounting* memainkan peranan penting dalam performa silinder [12]. *Mounting* digunakan agar piston rod terhindar dari *buckling*. Tipe *mounting* akan berpengaruh terhadap *free(equivalent) buckling length*. Gambar 2.5 menunjukkan beberapa tipe *mounting* yang biasa dijual di pasaran [13].



**Gambar 2.5** Tipe *mounting* silinder tie rod CD70

Piston rod pada silinder hidrolik beraksi sebagai penyangga ketika diberikan beban *compressive* atau diberikan gaya. Oleh karena itu, diameter dari rod harus diperhitungkan untuk menghindari terjadinya *buckling*. Untuk menghitung diameter piston rod agar kuat menahan *buckling*, bisa digunakan persamaan euler dengan persamaan [11]:

$$K = \frac{\pi^2 E J}{S_k^2} \quad (2.14)$$

dimana:

$K$  = *buckling load* (N)

$E$  = modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)  
= 2,1. 10<sup>5</sup> kg/mm<sup>2</sup> untuk bahan baja

$J$  = moment inersia (mm<sup>4</sup>)  
=  $\pi d^4/64$  untuk solid *rod*

$S_k$  = panjang *buckling* bebas (mm)

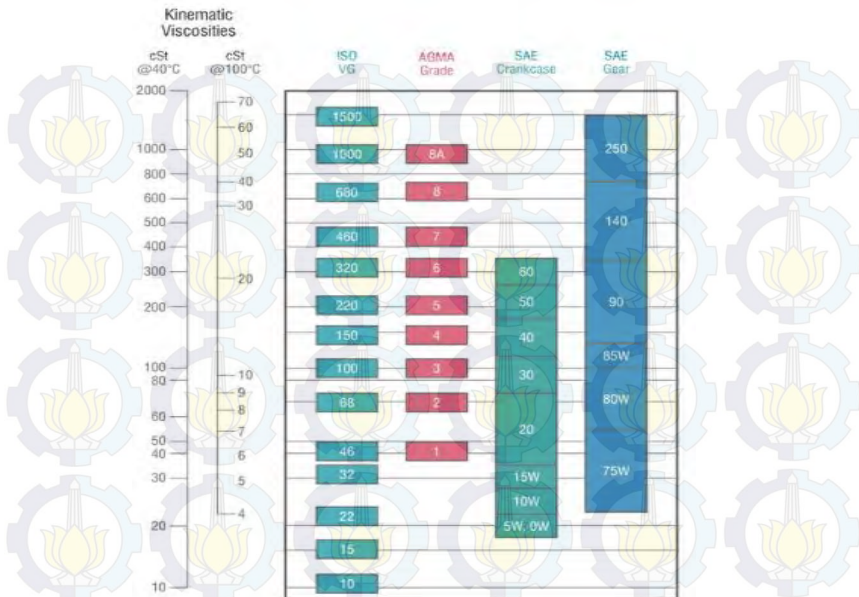
Gaya aman maksimum pada piston *rod* dapat dihitung dengan persamaan [11]:

$$F = \frac{K}{S} \quad (2.15)$$

dimana  $S$  adalah faktor keamanan yang biasanya diambil nilai 3,5. Panjang *buckling* bebas tergantung dari metode *mounting* [11].

## 2.2.5 Fluida

Jenis fluida bermacam-macam jenisnya dan memiliki viskositas yang berbeda-beda pula. Viskositas adalah gesekan akibat adanya fluida yang mengalir di dalam sistem. Sebagai contoh air memiliki viskositas rendah dan dapat bergerak dengan cepat karena gesekan yang terjadi rendah sedangkan madu memiliki viskositas yang tinggi, dan sulit bergerak dengan cepat karena gesekan yang terjadi tinggi. Pada sistem hidrolik, fluida yang digunakan harus cukup kental untuk menghindari kebocoran di dalam sistem, selain itu fluida yang digunakan juga harus memiliki kekentalan yang rendah, agar dapat mengalir dengan lancar [14]. Gambar 2.6 menunjukkan viskositas kinematik jenis fluida dari standar ISO, AGMA dan SAE.



**Gambar 2.6** Viskositas kinematik fluida [15]

Hubungan antara viskositas kinematik, viskositas dinamik dan massa jenis fluida dapat dituliskan dengan persamaan [14]:

$$\rho = \frac{\mu}{\nu} \quad (2.16)$$

dimana :

$\rho$  = massa jenis fluida

$\mu$  = viskositas dinamik fluida (mm)

$\nu$  = viskositas kinematik fluida (mm)

### 2.2.6 Katup

Tekanan saat operasi pada katup (*valve*), umumnya berkurang akibat terjadinya *pressure drop*. *Pressure drop* ini perlu diperhitungkan dalam perencanaan sehingga sistem tidak kekurangan tekanan akibat *pressure drop* [14]. *Pressure drop* pada katup, terjadi akibat aliran fluida masuk ke dalam *restricted*



orifice. Untuk aliran *incompressible*, *pressure drop* dapat dihitung dengan persamaan [14]:

$$\Delta P = \frac{\rho}{2 \cdot A^2 \cdot C_d^2} \cdot Q^2 \quad (2.17)$$

dimana :  $\Delta P$  = *pressure drop* akibat katup  
 $\rho$  = massa jenis fluida  
 $A$  = luas cross-section orifice  
 $C_d$  = koefisien discharge, umumnya bernilai 0,62 untuk mempermudah perhitungan  
 $Q$  = *flow rate* aliran fluida di dalam orifice

### 2.2.7 Unit Tenaga (*Power Pack*)

*Power pack* berfungsi untuk membangkitkan tenaga dan mengalirkan fluida ke seluruh sistem. Komponen utama di dalam *power pack* adalah motor, pompa dan tangki. Motor adalah penggerak mula sistem hidrolik. Motor menghasilkan tenaga mekanik berupa putaran poros. Pompa adalah komponen yang berfungsi untuk mengalirkan fluida ke seluruh sistem. Poros pada pompa disambung dengan poros pada motor, sehingga begitu poros pada motor berputar, poros pada pompa ikut berputar. Putaran pompa akan menyebabkan terjadinya penyedotan cairan dari tangki hidrolik dan penekanan cairan ke saluran tekan.

Tanki adalah salah satu bagian di dalam *power pack* yang berfungsi untuk menyimpan fluida. Ukuran tanki pada *power pack* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Volume tanki} = (3 \text{ s/d } 5) \cdot Q_{\text{delivery}} \quad (2.18)$$

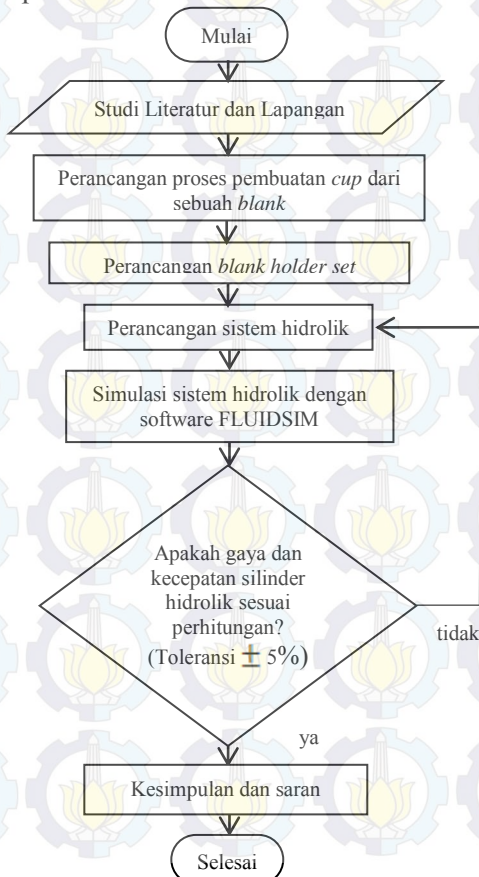
dimana:  $Q_{\text{delivery}}$  = flow rate yang dikeluarkan oleh pompa per menit

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

Dalam menyelesaikan perancangan sistem hidrolik *blank holder* pada proses *deep drawing* untuk membuat selongsong peluru kaliber 20 mm, suatu urutan metodologi penelitian seperti pada gambar 3.1 perlu dibuat dalam bentuk flowchart.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Tahapan Penelitian

Proses perancangan sistem hidrolik *blank holder* pada proses *deep drawing* untuk membuat *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm dapat dibagi dalam tahapan sebagai berikut :

- Studi literatur dan lapangan
- Perancangan proses pembuatan *cup* dari sebuah *blank*
- Perancangan *blank holder set* pada proses *deep drawing*
- Perancangan sistem hidrolik *blank holder*
- Simulasi hasil perancangan
- Kesimpulan dan saran

#### 3.2.1 Studi Literatur dan Lapangan

Langkah pertama yang dilakukan dalam perancangan sistem hidrolik *blank holder* pada proses *deep drawing* adalah dengan mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan *sheet metal forming* dan sistem hidrolik. Referensi dapat berupa buku, jurnal, website, video, gambar dan lain-lain. Studi lapangan juga dilakukan dengan mencari tahu mekanisme sistem *deep drawing* dan hidrolik di dunia nyata. Dari studi literatur, material *blank*, material *blank holder*, material plat dan pin dirancang seperti pada tabel 3.1. kekuatan material dari material kuningan dan material baja dapat dilihat Pada tabel 3.2.

**Tabel 3.1** Perancangan material *blank*, *blank holder*, plat dan pin

No	Jenis Perancangan	Keterangan	Alasan
1	Material <i>Blank</i>	Kuningan ( <i>catridge brass</i> / CuZn30)	- Umum digunakan dalam pembuatan <i>cup</i> selongsong peluru

			- Material tidak terlalu kuat dan <i>ductility</i> masih cukup besar
2	Material <i>Blank Holder</i>	Steel Alloy 4340 <i>normalized</i>	- Material <i>blank holder</i> harus rigid dan solid
3	Material plat dan pin	Steel Alloy 4340 <i>normalized</i>	- Material plat dan pin harus rigid dan solid

**Tabel 3.2** Kekuatan material baja dan kuningan

Material/Condition	Yield Strength (MPa [ksi])	Tensile Strength (MPa [ksi])	Percent Elongation
METALS AND METAL ALLOYS Plain Carbon and Low Alloy Steels			
Steel alloy A36	250-250 (32-36)	400-500 (58-72.5)	23
• Hot rolled			
Steel alloy 1020	310 (20) (min)	380 (55) (min)	25 (min)
• Hot rolled	350 (51) (min)	420 (60) (min)	15 (min)
• Cold drawn	293 (42.8)	395 (57.3)	36.5
• Annealed (@ 870°C)	345 (50.3)	440 (64)	38.5
• Normalized (@ 925°C)			
Steel alloy 1040	290 (42) (min)	570 (76) (min)	18 (min)
• Hot rolled	430 (71) (min)	590 (85) (min)	12 (min)
• Cold drawn	355 (51.3)	520 (75.3)	30.2
• Annealed (@ 785°C)	375 (54.3)	590 (85)	28.0
• Normalized (@ 900°C)			
Steel alloy 4140	417 (60.3)	655 (95)	25.7
• Annealed (@ 815°C)	635 (92)	1020 (148)	17.7
• Normalized (@ 870°C)	570 (228)	1720 (250)	11.5
• Oil quenched and tempered (@ 315°C)			
Steel alloy 4340	472 (68.5)	745 (108)	22
• Annealed (@ 810°C)	862 (125)	1280 (185.5)	12.2
• Normalized (@ 870°C)	1620 (235)	1760 (255)	12
• Oil quenched and tempered (@ 315°C)			
Copper Alloys			
C11000 (electrolytic tough pitch)	65 (10)	220 (32)	50
• Hot rolled	310 (45)	345 (50)	17
• Cold worked (H04 temper)			
C17200 (beryllium-copper)	195-360 (28-53)	415-540 (60-78)	35-60
• Solution heat treated	965-1205 (140-175)	1140-1310 (165-190)	4-10
• Solution heat treated, aged @ 330°C			
C28000 (cartridge brass)	75-150 (11-22)	300-365 (43.5-53.0)	54-68
• Annealed	435 (63)	525 (76)	8
• Cold worked (H04 temper)			
C36000 (free-cutting brass)	125 (18)	340 (49)	53
• Annealed	330 (48)	400 (58)	25
• Cold worked (H02 temper)			
C71500 (copper-nickel, 30%)	140 (20)	380 (55)	45
• Hot rolled	545 (79)	580 (84)	3
• Cold worked (H08 temper)			



### 3.2.2 Perancangan Proses Pembuatan *Cup* dari Sebuah *Blank*

Pada tahap ini perhitungan diameter *blank* untuk membuat sebuah *cup* dilakukan. Material *blank* dirancang berbahan kuningan (CuZn30 / C26000) karena bersifat tidak terlalu kuat dan mempunyai sifat *ductility* yang cukup baik, sehingga cocok untuk proses *deep drawing*. Jumlah langkah proses *deep drawing* dianalisa dengan *draw ratio*, persamaan hubbert dan *percentage reduction*.

### 3.2.3 Perancangan *Blank Holder Set* pada Proses *Deep Drawing*

Pada tahap ini perancangan *blank holder set* pada proses *deep drawing* dilakukan, yang meliputi:

1. Perancangan geometri *blank holder set*
2. Perhitungan *blank holder force*

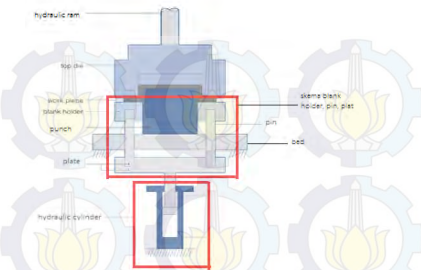
#### 3.2.3.1 Perancangan Geometri *Blank Holder*

Gambar 3.2.a menunjukkan contoh *blank holder set* yang digerakkan menggunakan sistem hidrolik. *Blank holder* digerakkan oleh 4 buah pin yang digerakkan oleh sebuah plat. Plat bergerak akibat tekanan dari silinder hidrolik. *Blank Holder*, pin dan plat disebut juga dengan *blank holder set*.

Gambar 3.2 b menunjukkan skema *blank holder set* yang akan dirancang. Tinggi *blank holder*, diameter dan tinggi pin dirancang secukupnya agar kuat dalam menahan buckling. Plat dirancang berbentuk balok dengan dimensi secukupnya. Pada perancangan geometri *blank holder set*, *blank holder* didesain dengan bentuk persegi pada permukaan, namun terdapat lubang di tengah sebagai tempat meletakkan material dan lubang di tengah sebagai tempat *punch*. Diameter lubang sebagai tempat meletakkan material ini, harus lebih besar dari diameter *blank*. Material *blank holder*, pin dan plat dapat dilihat pada tabel 3.1



**Gambar 3.2.a** Contoh *die set* untuk proses *deep drawing*



**b.** Skema *blank holder* yang dirancang

### 3.2.3.2 Perhitungan *Blank Holder Force*

Perhitungan gaya yang dilakukan oleh *blank holder* meliputi gaya yang dilakukan untuk menjepit benda dengan aman ditambah dengan gaya berat akibat *blank holder set*.

### 3.2.4 Perancangan Sistem Hidrolik *Blank Holder*

Pada tahap ini, perancangan sistem hidrolik *blank holder* pada proses *deep drawing* dilakukan, yang meliputi:

1. Perancangan skema sistem hidrolik
2. Pemilihan silinder hidrolik
3. Pemilihan *valve*
4. Pemilihan *power pack*
5. Pengaturan *pressure relief valve* dan *flow control valve*

#### 3.2.4.1 Perancangan Skema Sistem Hidrolik

Pada tahap ini, skema sistem hidrolik untuk menggerakkan *blank holder* pada proses *deep drawing* mulai dirancang.

#### 3.2.4.2 Pemilihan Silinder Hidrolik

Pada tahap ini, pemilihan silinder hidrolik dilakukan. Pemilihan meliputi tipe silinder, diameter piston dan diameter

piston *rod*, panjang *stroke* silinder. Pemilihan bersumber dari catalog yang ada di pasaran.

#### **3.2.4.3 Pemilihan Valve**

Pada tahap ini, pemilihan *valve-valve* yang digunakan dalam sistem hidrolik dilakukan. Pemilihan bersumber dari catalog yang ada di pasaran.

#### **3.2.4.4 Pemilihan Power Pack**

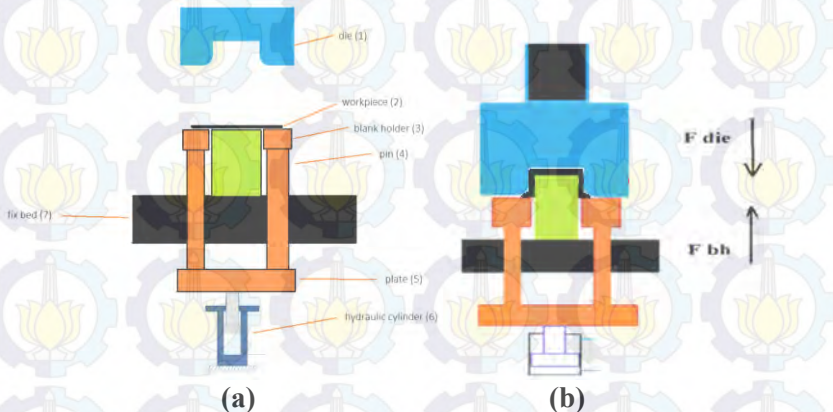
Pada tahap ini, pemilihan *power pack* yang digunakan dalam sistem hidrolik dilakukan. Pemilihan bersumber dari catalog yang ada di pasaran.

## BAB IV

### PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK *BLANK HOLDER*

#### 4.1 Perancangan Skema *Blank Holder Set*

Dari hasil studi literatur dan lapangan, ditetapkan skema *blank holder set* yang akan dirancang seperti pada gambar 4.1 a dan gambar 4.1 b. Dari gambar tersebut nampak bahwa *blank holder* digerakkan oleh pin yang digerakkan oleh sebuah plat. Plat bergerak akibat adanya tekanan dari silinder hidrolik.



**Gambar 4.1** Skema proses *deep drawing*

- Sebelum Proses
- Saat Proses

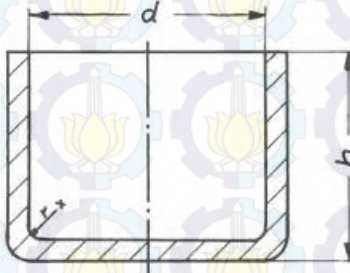
Pada gambar 4.1, bagian yang termasuk dalam blank holder set adalah blank holder (3), pin (4) dan plate (5). Pada saat proses *deep drawing* berjalan, *dies* turun ke bawah memberikan gaya drawing untuk membentuk *cup* sedangkan *blank holder* memberikan gaya untuk menjepit ujung dari benda kerja agar tidak terjadi *wrinkle*.



## 4.2 Perancangan Proses Pembuatan *Cup* dari Sebuah *Blank*

### 4.2.1 Perhitungan Diameter *Blank*

Untuk membuat *cup*, material *blank* diperlukan. Dimensi *cup* yang dirancang dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Dimensi *cup* hasil proses *deep drawing*

dimana:

d (diameter dalam *cup* hasil proses *deep drawing*) = 27,5 mm

h (tinggi *cup* hasil proses *deep drawing*) = 40 mm

s (tebal *cup* di seluruh sisi) = 3 mm

r (radius pada ujung *cup*) = 2 mm

Berdasarkan dimensi *cup* tersebut, diameter *blank* dapat ditentukan dengan persamaan pada tabel 2.1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{d^2 + 4 d h} \\
 &= \sqrt{27,5^2 + 4 \cdot 27,5 \cdot 40} \\
 &= 71,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, diameter *blank* untuk membuat *cup* didapatkan sebesar 71,8 mm dengan tebal 3 mm.

### 4.2.2 Perancangan Jumlah Langkah Proses *Deep Drawing*

Jumlah langkah pada proses *deep drawing* disebut juga dengan tahapan proses *drawing* yang harus dilakukan untuk membuat *cup* dari sebuah *blank*. Jumlah langkah proses pada *deep drawing* dapat dihitung dengan Hubbart formula, analisa *draw ratio* dan analisa *percentage reduction*.

#### 4.2.2.1 Persamaan Hubbert

Jumlah langkah proses *deep drawing* yang harus dilakukan menurut Hubbert formula dapat dihitung dengan persamaan 2.2

$$n = \frac{h}{d}$$

dimana :  $h = 40 \text{ mm}$   
 $d = 27,5 \text{ mm}$

$$n = \frac{40}{27,5}$$
$$= 1,4545$$

Pada tabel 2.3 dapat dilihat apabila  $0,75 < n < 1,5$  maka jumlah langkah proses *deep drawing* yang dilakukan sebanyak dua kali.

#### 4.2.2.2 Analisa Draw Ratio

Jumlah proses *deep drawing* dapat dirancang dengan menggunakan analisa *draw ratio*. *Draw ratio* dapat dihitung dengan persamaan 2.1. Nilai dari *draw ratio* harus lebih kecil dari nilai *Limiting Draw Ratio* atau *achievable draw ratio*.

$$\beta = \frac{D}{d}$$

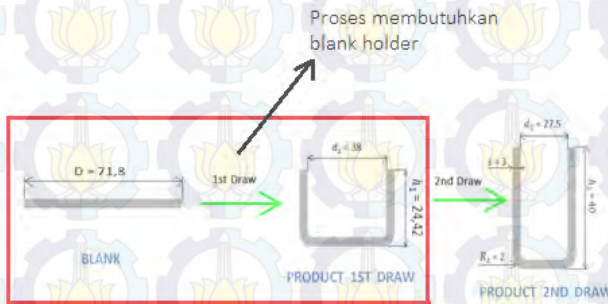
dimana :  $D = 71,8$   
 $d = 27,5$

Sehingga:  $\beta = \frac{71,8}{27,5}$   
 $= 2,61$

Dari hasil perhitungan *draw ratio*, nilai *draw ratio* didapatkan sebesar 2,61, sedangkan pada tabel 2.2 terlihat *Draw Ratio* maksimum yang diijinkan untuk proses drawing pertama pada material kuningan adalah sebesar 2,2, sedangkan *draw ratio* maksimum yang diijinkan untuk proses drawing kedua adalah sebesar 1,4. Oleh karena nilai *draw ratio* proses lebih besar daripada nilai *draw ratio* yang diijinkan, sehingga proses drawing harus dilakukan lebih dari satu kali proses.

Pada proses pembuatan *cup* kali ini proses *drawing* yang dilakukan dirancang sebanyak dua kali proses dengan diameter

hasil proses pertama adalah 38 mm seperti pada gambar 4.3. Pada gambar tersebut bisa dilihat produk hasil *drawing* pertama sudah dalam bentuk *cup* tanpa *flange*. Pada proses *drawing* pertama membutuhkan *blank holder* untuk menjepit ujung dari *blank* agar tidak terjadi *wrinkle*. Pada proses *drawing* kedua tidak membutuhkan *blank holder*, karena produk hasil proses *drawing* pertama sudah dalam bentuk *cup* tanpa *flange*.



**Gambar 4.3** Urutan proses *deep drawing*

Nilai *draw ratio* proses *drawing* pertama dapat dihitung dengan persamaan 2.1

$$\beta_1 = \frac{D}{d_1} = 1,89$$

Nilai  $\beta_1 < 2,2$  (*Limiting Draw Ratio* proses *drawing* pertama), sehingga proses *drawing* ini dapat dinyatakan aman.

Nilai *draw ratio* proses *drawing* kedua dapat dihitung dengan persamaan 2.1

$$\beta_2 = \frac{d_1}{d_2} = 1,38$$

Nilai  $\beta_2 < 1,4$  (*Limiting Draw Ratio* proses *drawing* kedua), sehingga proses *drawing* ini dapat dinyatakan aman.



#### 4.2.2.3 Analisa *Percentage Reduction*

Jumlah proses *drawing* dapat juga dihitung dengan analisa *percentage reduction*. *Percentage reduction* dapat dihitung dengan persamaan 2.3. Ketebalan material sebesar 3 mm atau 0,1181 in. Pada tabel 2.3 batas maksimum reduksi dalam proses *drawing* material dapat dilihat.

- Nilai *percentage reduction* proses *drawing* pertama dapat dihitung dengan persamaan 2.3

$$R_1 = 100 \left( 1 - \frac{d_1}{D} \right) \\ = 47,08$$

Nilai  $R_1 < 48$  (reduksi maksimum proses *drawing* pertama), sehingga proses *drawing* ini dapat dinyatakan aman

- Nilai *percentage reduction* proses *drawing* kedua dapat dihitung dengan persamaan 2.3

$$R_2 = 100 \left( 1 - \frac{d_2}{d_1} \right) \\ = 27,63$$

Nilai  $R_2 < 30$  (reduksi maksimum proses *drawing* kedua), sehingga proses *drawing* ini dapat dinyatakan aman.

### 4.3 Perancangan *Blank Holder Set*

#### 4.3.1 Perancangan Geometri *Blank Holder Set*

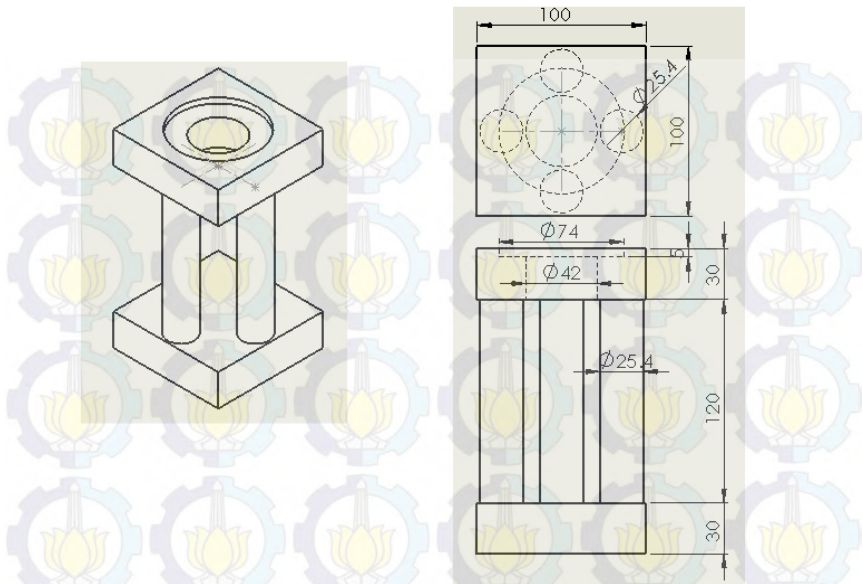
Tabel 4.1 menunjukkan bagian-bagian dalam perancangan *blank holder set*, beserta dimensi dan keterangannya.



**Tabel 4.1** Bagian-bagian dalam perancangan *blank holder set*

<b>Nama bagian</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Keterangan</b>
Panjang x lebar x tinggi <i>blank holder</i>	100 x 100 x 30 mm	
Lubang untuk <i>punch</i> pada <i>blank holder</i>	Ø 42 mm di tengah <i>blank holder</i>	Diameter <i>punch</i> Ø 38 mm dengan <i>clearance</i> 2 mm pada setiap sisi.
Lubang untuk meletakkan material pada <i>blank holder</i>	Ø 74 mm sedalam 5 mm	Material <i>blank</i> mempunyai diameter 71,8 mm
Diameter pin	25,4 mm	
Tinggi pin	120 mm	
Panjang x lebar x tinggi plat	100 x 100 x 30 mm	

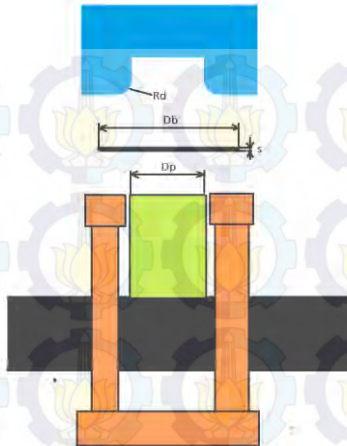
Pada perancangan *blank holder set* ini, *blank holder* digerakkan oleh 4 buah pin, yang digerakkan oleh sebuah plat. Plat bergerak akibat adanya tekanan dari silinder hidrolik. *Blank holder* dirancang berbentuk balok dengan dimensi 100 x 100 x 30 mm, namun terdapat lubang di tengah sebagai tempat meletakkan material dan lubang untuk *punch*, seperti tampak pada gambar 4.4. Pin dirancang berjumlah 4 buah, berbentuk silinder dengan diameter 25,4 mm dan tinggi 120 mm. Plat dirancang berbentuk balok dengan dimensi 100 x 100 x 30 mm.



**Gambar 4.4** Perancangan geometri *blank holder set*

#### 4.3.2 Perhitungan Gaya *Drawing* dan Gaya *Blank Holder*

Gambar 4.5 menunjukkan sket proses *deep drawing* dalam perancangan ini. Dari gambar tersebut,  $R_d$  (radius die edge),  $D_b$  (diameter blank) dan  $s$  (tebal material) bisa dilihat.



**Gambar 4.5** Sket Proses *Deep Drawing*

- Gaya *drawing* dapat dihitung dengan persamaan 2.7

$$F_{dr} = D_p \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n$$

dimana:

$$D_p = 38 \text{ mm}$$

$$s = 3 \text{ mm}$$

$$R_m = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 1,89$$

$$n = 0,9 \quad (\text{tabel 2.5})$$

Sehingga, 
$$F_{dr} = 38 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 300 \cdot 0,9$$

$$= 96649,2 \text{ N} = 96,6 \text{ kN}$$

- Perhitungan gaya *holding* dapat dihitung dengan persamaan 2.6.

$$F_h = 0,015 \cdot \sigma_{ys} \cdot \pi \cdot \left\{ D_b^2 - (D_p + 2,2 \cdot s + 2 \cdot R_d)^2 \right\}$$

dimana:

$$\sigma_{ys} = 100 \text{ N/mm}^2$$

$$D_b = 71,8 \text{ mm}$$

$$D_p = 38 \text{ mm}$$

$$s = 3 \text{ mm}$$

$$R_d = \frac{0,035}{\sqrt{\text{mm}}} \cdot [50 + (D - d)] \cdot \sqrt{s} \quad (\text{persamaan 2.5})$$

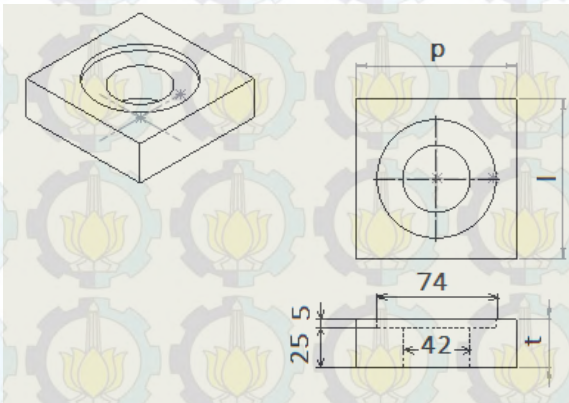
$$= 5,08 \text{ mm}$$

$$\text{Sehingga: } F_h = 0,015 \cdot 100 \cdot 3,14 \cdot \{71,8^2 - (38 + 2,2 \cdot 3 + 2 \cdot 5,08)^2\}$$

$$= 10161,71 \text{ N} = 10,16 \text{ kN}$$

➤ Perhitungan gaya berat akibat *blank holder set*

Gambar 4.6 menunjukkan dimensi dari *blank holder*. *Blank holder* dirancang menggunakan material *steel alloy 4340 normalized*.



**Gambar 4.6** Dimensi *blank holder*

*Blank holder* tanpa lubang dirancang berbentuk balok. Volume *blank holder* tanpa lubang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = p \cdot l \cdot t$$



dimana:

$$\begin{aligned} p &= 100 \text{ mm} \\ l &= 100 \text{ mm} \\ t &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

Didapatkan nilai  $V_{\text{blank holder tanpa lubang}}$  sebesar  $300000 \text{ mm}^3$

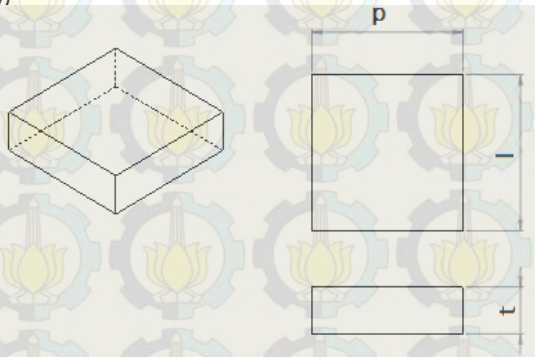
Volume *blank holder* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{\text{BH}} = V_{\text{blank holder tanpa lubang}} - V_{\text{lubang punch}} - V_{\text{lubang tempat blank}}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana: } V_{\text{plat}} &= 300000 \text{ mm}^3 \\ V_{\text{tempat blank}} &= \frac{\pi}{4} \cdot 74^2 \cdot 5 \\ &= 21493,3 \text{ mm}^3 \\ V_{\text{lubang punch}} &= \frac{\pi}{4} \cdot 42^2 \cdot 25 \\ &= 34618,5 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Didapatkan nilai  $V_{\text{BH}} = 243888,2 \text{ mm}^3$

Gambar 4.7 menunjukkan dimensi plat pada *blank holder set*. Plat dirancang menggunakan material *steel alloy 4340 normalized*



**Gambar 4.7** Dimensi plat

Volume plat yang berbentuk balok dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = p \cdot l \cdot t$$

dimana:

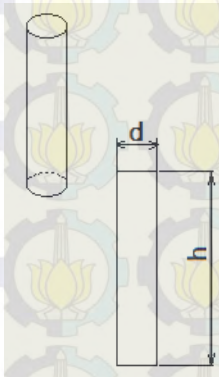
$$p = 100 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$t = 30 \text{ mm}$$

Didapatkan nilai  $V_{\text{plat}} = 300000 \text{ mm}^3$

Gambar 4.8 menunjukkan dimensi pin yang terdapat pada *blank holder set*. Pin dirancang menggunakan material *steel alloy 4340 normalized*.



**Gambar 4.8** Dimensi pin

Pada perancangan ini, pin berbentuk silinder. Volume pin dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{\text{pin}} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h$$

dimana:  $d = 25,4 \text{ mm}$

$$h = 120 \text{ mm}$$

didapatkan nilai  $V_{\text{pin}} = 60774,07 \text{ mm}^3$

Volume *blank holder set* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{BH \text{ set}} &= V_{\text{plat}} + 4 \cdot V_{\text{pin}} + V_{BH} \\ &= 786984,49 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Massa total dari *blank holder set* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$m_{BH \text{ set}} = \rho \cdot V_{BH \text{ set}}$$

dimana: Massa jenis baja ( $\rho$ ) =  $0,00000785 \text{ kg/mm}^3$   
 $V_{BH \text{ set}} = 786984,49 \text{ mm}^3$

Sehingga, massa total =  $0,00000785 \cdot 786984,49$   
 $= 6,18 \text{ kg}$

Gaya berat akibat *blank holder set* dapat dihitung dengan persamaan:

$$W_{BH \text{ set}} = m \cdot g$$

dimana:  $m = 6,18 \text{ kg}$   
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

sehingga,  $W_{BH \text{ set}} = 60,6 \text{ N}$

➤ Perhitungan gaya *holding* total yang dikeluarkan silinder dapat dihitung sebagai berikut:

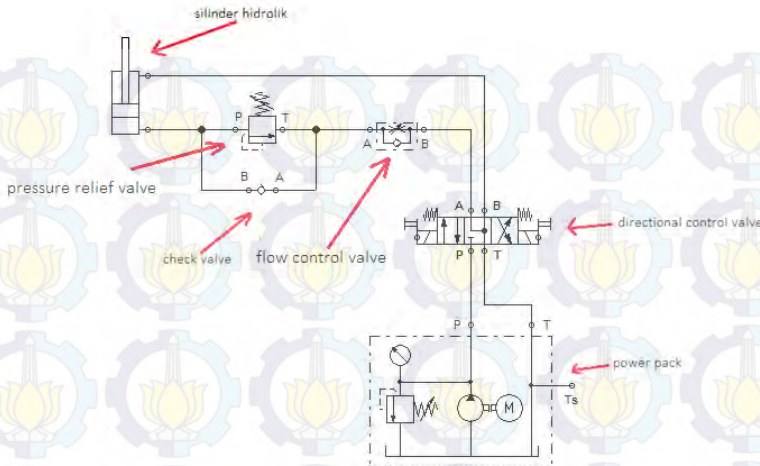
$$F_{\text{holding total}} = F_h + W_{BH}$$

dimana:  $F_h = 10161,71 \text{ N}$   
 $W_{BH} = 60,6 \text{ N}$

Sehingga:  $F_{\text{holding total}} = 10161,71 + 60,6$   
 $= 10222,31 \text{ N} = 10,2 \text{ kN}$

#### 4.4 Perancangan Sistem Hidrolik

Skema sistem hidrolik akan dibuat pada tahap ini agar dapat menggerakkan dan memberikan gaya pada *blank holder*. Pada gambar 4.9, skema dari sistem hidrolik yang dirancang dan komponen-komponen yang dibutuhkan pada sistem hidrolik bisa dilihat.



**Gambar 4.9** Skema sistem hidrolik *blank holder*

Pada gambar 4.9 terdapat sebuah silinder hidrolik yang digunakan untuk mentransmisikan tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanik, sebuah *pressure relief valve* untuk memberikan gaya *holding* ke atas pada proses *deep drawing* dengan menciptakan *back pressure* pada sisi *full bore end* pada silinder. Pada sistem tersebut terdapat sebuah *check valve* yang berfungsi menciptakan aliran satu arah pada sistem, *flow control valve* berfungsi untuk mengatur *flow rate* yang keluar dari sisi *full bore end* pada silinder, sedangkan *directional control valve* berfungsi untuk mengatur arah aliran fluida menuju silinder atau menuju tanki. *Power pack* berfungsi untuk menghasilkan tekanan, *flow rate* dan tempat kembalinya fluida. Tabel 4.2 menunjukkan daftar kebutuhan dalam perancangan sistem hidrolik *blank holder* untuk membuat *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm.



**Tabel 4.2** Daftar kebutuhan dari sistem hidrolik yang dirancang.

<b>Uraian</b>	<b>keterangan</b>	<b>Alasan</b>
Gaya <i>holding</i> yang harus dikeluarkan oleh silinder	10,2 kN	Sesuai dengan hasil perhitungan
Kecepatan silinder saat naik dan saat turun	0,03 m/s	Dirancang waktu silinder saat naik dan saat turun sebesar 1 sekon, dimana jarak silinder maju atau mundur sebesar 30 mm

#### 4.4.1 Pemilihan Silinder Hidrolik

Silinder hidrolik digunakan untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanis. Tabel 4.3 menunjukkan daftar perancangan silinder hidrolik.

**Tabel 4.3** Perancangan silinder hidrolik

<b>Uraian</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Alasan</b>
Jarak silinder maju atau mundur	30 mm	Tinggi produk = 24,42 mm <i>Radius die edge</i> = 5,08 mm Jarak minimal = $24,42 + 5,08$ = 29,5 mm
Perancangan gerakan silinder	30 – 60 mm dari dasar piston	
Perancangan panjang stroke silinder hidrolik	100 mm	Panjang stroke yang dibutuhkan adalah 30 mm
Tipe <i>mounting</i>	<i>Square flange</i> pada kepala silinder	Kaku dan dapat mentransfer gaya dengan baik

Jenis silinder	<i>Double acting</i> silinder	Dapat melakukan gerakan maju dan mundur apabila diberi tekanan fluida pada salah satu sisi.
----------------	-------------------------------	---

Pada pemilihan silinder hidrolik, jenis silinder yang digunakan adalah tipe *double acting* silinder, tipe *mounting* yang digunakan adalah *square flange* pada kepala silinder karena mempunyai *base* yang kaku akibat dari luas *flange* yang lebar dan dapat mentransfer gaya sepanjang *centerline* dari silinder. Silinder hidrolik yang digunakan harus mampu mengimbangi gaya dari dies yang sebesar 96,6 kN. Dari catalog pada tabel 4.4, diameter piston yang sesuai dan ada di pasaran adalah sebesar 100 mm dengan diameter piston *rod* sebesar 45 mm. Tabel 4.4 menunjukkan diameter dari piston dan piston *rod* sesuai catalog yang terdapat di pasaran.

**Tabel 4.4** Katalog silinder hidrolik

Operating pressure in bar	Piston Ø mm	Piston rod Ø mm	80			100			125			
			36	45	56	45	50	70	50	56	63	90
75	Force: piston side	kN	37.70			58.91			92.04			
	Force: piston rod side	kN	30.07	25.77	19.22	46.97	44.18	30.05	77.31	73.57	68.66	44.33
100	Force: piston side	kN	50.27			78.54			122.72			
	Force: piston rod side	kN	40.10	34.36	25.63	62.63	58.91	40.06	103.08	98.10	91.55	59.11
150	Force: piston side	kN	75.40			117.81			184.08			
	Force: piston rod side	kN	60.14	51.54	38.45	93.95	88.37	60.10	154.63	147.13	137.32	88.66
210	Force: piston side	kN	210.56			164.94			257.71			
	Force: piston rod side	kN	84.20	72.15	53.83	131.53	123.71	84.13	216.48	206.00	192.25	124.13
Piston area		cm <sup>2</sup>	50.24			78.50			122.66			
Annulus area		cm <sup>2</sup>	40.07	34.34	25.62	62.60	58.88	40.04	103.03	98.04	91.50	59.08
Area ratio		q	1.25:1	1.4:1	2:1	1.25:1	1.35:1	2:1	1.2:1	1.25:1	1.35:1	2:1
Cushioning area	Piston side	cm <sup>2</sup>	30.63			58.90			92.50			
	Piston rod side	cm <sup>2</sup>	36.40	30.60	20.10	57.30	54.70	31.97	92.50	92.50	47.20	47.20

Dalam perancangan ini, silinder yang dirancang mempunyai panjang stroke sebesar 100 mm. Tabel 4.5 menunjukkan panjang stroke dari silinder sesuai catalog yang terdapat di pasaran. *Mounting H* pada catalog menunjukkan tipe mounting yang digunakan yaitu square flange pada kepala silinder. Pada tabel 4.5 terlihat panjang stroke maksimum yang diijinkan untuk tipe *mounting H* (*square flange* pada kepala silinder), *operating pressure* 150 bar, diameter piston 100 mm

dan diameter piston *rod* 45 mm adalah sebesar 1275 mm. Karena panjang stroke rancangan kita lebih kecil daripada panjang stroke yang diijinkan maka bisa dianggap hasil perancangan tersebut aman dan ada di pasaran.

**Tabel 4.5** Katalog panjang silinder hidrolik yang diijinkan

Piston Ø in mm	Piston rod Ø in mm	Mounting types: C, F, H, L, M, N, P, T			
		Operating pressure in bar			
		75	100	150	210
		Permissible max. stroke in mm			
40	16	560	470	370	295
	18	745	635	505	415
	25	1000	1000	1000	845
50	22	880	750	595	490
	25	1160	990	785	645
	36	1200	1200	1200	1200
63	25	880	745	655	470
	28	1145	975	775	640
	36	1400	1400	1325	1100
	45	1400	1400	1400	1400
80	36	1505	1285	1025	845
	45	1700	1700	1645	1365
	56	1700	1700	1700	1700
100	45	1875	1600	1275	1050
	50	2000	1990	1585	1300
	70	2000	2000	2000	2000
125	50	1820	1545	1220	1000
	56	2300	2005	1605	1325
	63	2300	2300	2035	1680
	90	2300	2300	2300	2300

#### 4.4.1.1 Buckling Test

Perhitungan *buckling* dilakukan untuk menentukan gaya maksimum yang diperbolehkan bekerja pada silinder. Gaya maksimum yang diijinkan dapat dihitung sebagai berikut dengan persamaan 2.15 sebagai berikut:

$$F = \frac{K}{s}$$

dimana:  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$  (persamaan 2.14)



$$= \frac{3,14 \cdot 45^4}{64}$$

$$= 201186,9 \text{ mm}^4$$

$$= 1 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} (\text{katalog silinder pada lampiran})$$

$$= 100 \text{ mm} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$= 70,71 \text{ mm}$$

$$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{S_k^2} \quad (\text{persamaan 2.14})$$

$$= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 201869,9}{70,71^2}$$

$$= 83312145 \text{ N}$$

$$s = 3,5$$

sehingga,  $F_{\text{buckling}} = \frac{83312145}{3,5}$

$$= 23803470 \text{ N} = 23803,5 \text{ kN}$$

Gaya total yang terjadi pada silinder adalah gaya ke bawah akibat dari dies dan gaya tahan ke atas. Total gaya yang terjadi pada silinder sebesar:

$$F_{\text{silinder}} = F_{\text{die}} + F_{\text{holding}}$$

$$= 96649,2 + 10222,32$$

$$= 137941,71 \text{ N} = 137,9 \text{ kN}$$

Karena  $F_{\text{silinder}} < F_{\text{buckling}}$ , maka silinder hidrolik aman terhadap *buckling*.

Dari hasil pemilihan silinder hidrolik di atas, silinder yang sesuai adalah silinder dengan spesifikasi adalah sebagai berikut:

- Tipe silinder = *double acting* silinder
- Diameter piston (D) = 100 mm
- Diameter piston *rod* (d) = 45 mm
- Panjang stroke (l) = 100 mm



- Luas *full bore* (A)  $= \frac{3,14}{4} \cdot D^2$   
 $= 7850 \text{ mm}^2$
- Luas *annulus* (A-a)  $= \frac{3,14}{4} \cdot (D^2 - d^2)$   
 $= 6260,375 \text{ mm}^2$
- *Dash size port* A, B  $= 12$

#### 4.4.1.2 Menghitung Tekanan Maksimum pada Sistem

Tekanan maksimum pada sistem terdapat pada sisi *full bore end* pada silinder saat *blank holder* terkena gaya oleh dies sebesar 96,6 kN. Tekanan maksimum pada perancangan sistem hidrolik dapat dihitung dengan persamaan 2.12:

$$F_{dies} = [P_2 \cdot (A - a) - P_1 \cdot A] \cdot 0,9$$

dimana:

$$\begin{aligned}
 F_{dies} &= 96,6 \text{ kN} \\
 P_2 &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
 A &= 7850 \text{ mm}^2 \\
 A-a &= 6260,375 \text{ mm}^2 \\
 \text{sehingga, } \frac{96,6}{0,9} &= 0 - P_1 \cdot 7850 \\
 P_1 &= 13,68 \text{ N/mm}^2 = 136,8 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

Pada umumnya, *pressure* pada sistem diberi *allowance* sebesar 10 % agar sistem berjalan aman, sehingga tekanan maksimum sistem adalah 150,48 bar

#### 4.4.1.3 Menghitung Flow Rate Maksimum pada Sistem

*Flow rate* pada sistem ditentukan dari kecepatan silinder. Pada tabel 4.2 di atas, kecepatan silinder saat naik dan kecepatan silinder saat turun dirancang sebesar 0,03 m/s. *Flow rate* maksimum di dalam sistem dapat dihitung dengan persamaan 2.7:

$$v = \frac{Q}{A}$$

dimana:  $v = 0,03 \text{ m/s}$

$$A = 7850 \text{ mm}^2 = 0,00785 \text{ m}^2$$

Sehingga,  $Q = 0,00785 \cdot 0,03$

$$= 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 14,13 \text{ liter/min}$$

Pada umumnya, *flow rate* pada sistem diberi *allowance* 10% agar sistem berjalan aman, sehingga *flow rate* maksimum pada sistem adalah 15,54 liter/min

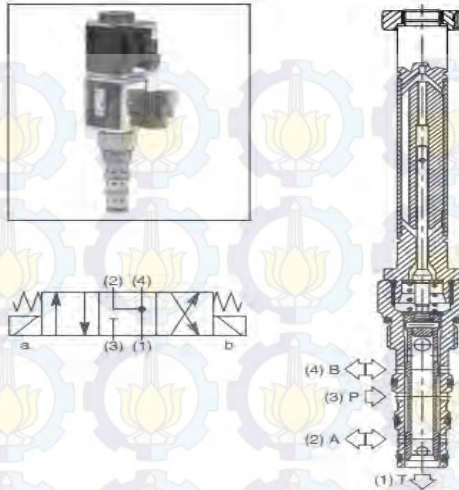
#### 4.4.2 Pemilihan Valve

Dalam pemilihan *valve*, tekanan dan *flow rate* maksimum dari *valve* yang dipilih harus lebih besar daripada tekanan dan *flow rate* maksimum dari sistem yang dirancang yaitu sebesar 150,48 bar dan 15,54 liter/min. Hal ini bertujuan agar sistem dapat berjalan dengan aman.

##### 4.4.2.1 Pemilihan Directional Control Valve

*Directional control valve* digunakan untuk mengatur arah aliran fluida di dalam sistem. Pada pemilihan *directional control valve*, *valve* yang sesuai dengan perancangan sistem hidrolik adalah katup 4/3, *floating center spool valve* yang digerakkan oleh solenoid karena mampu mengatur aliran fluida sesuai dengan kebutuhan.

Gambar produk dan simbol dari *directional control valve* yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 4.10.



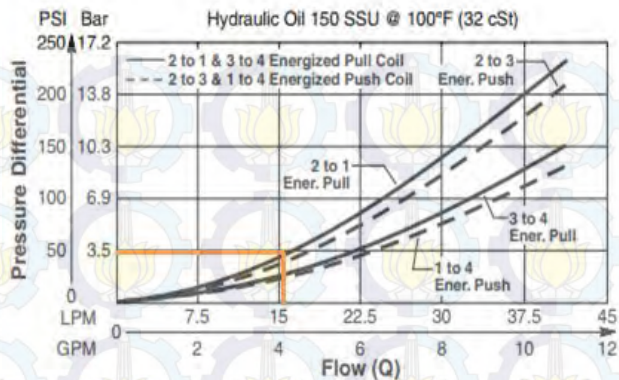
**Gambar 4.10** *Directional control valve* beserta simbol

Dari catalog *directional control valve* pada lampiran didapatkan:

- tekanan maksimum pada *inlet port* = 350 bar
- *flow rate* maksimum = 42 liter / min
- *dash size port* P, A, B, T = 8

Pada catalog *directional control valve*, grafik kurva hubungan antara *pressure drop* dan *flow* yang terjadi pada *valve* tersebut didapatkan. Grafik hubungan antara *pressure drop* dan *flow* ditunjukkan pada gambar 4.11 Dari grafik tersebut diperoleh nilai *pressure drop* sebesar 3,4 bar yang digunakan pada simulasi.

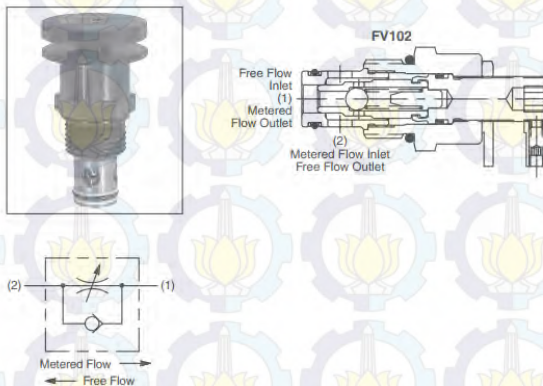




**Gambar 4.11** Grafik *pressure drop vs flow rate* pada *directional control valve*

#### 4.4.2.2 Pemilihan *Flow Control Valve*

Pada sistem hidrolis ini, *flow control valve* digunakan untuk mengatur *flow rate* yang keluar dari sisi *full bore end*. Gambar 4.12 menunjukkan gambar *flow control valve* beserta simbolnya.



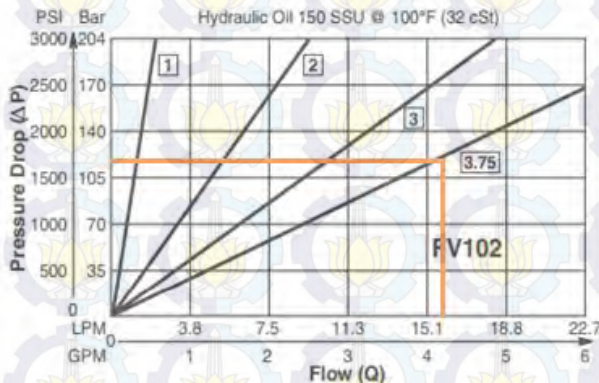
**Gambar 4.12** *Flow control valve* beserta simbol



Dari catalog *flow control valve* pada lampiran didapatkan:

- tekanan maksimum pada *inlet port* = 210 bar
- *flow rate* maksimum = 23 liter / min
- *dash size port A, B* = 8

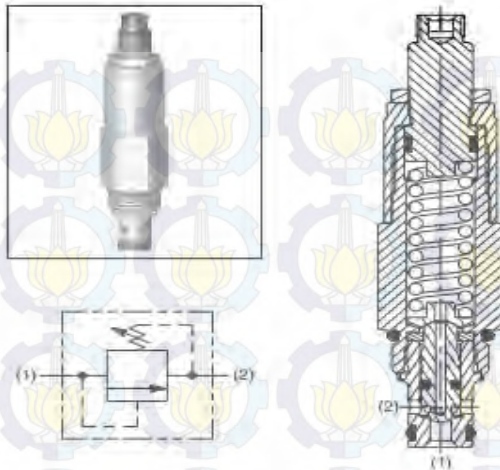
Pada catalog *flow control valve*, didapatkan grafik kurva hubungan antara *pressure drop* dan *flow* yang terjadi pada *valve* tersebut. Grafik hubungan antara *pressure drop* dan *flow* ditunjukkan pada gambar 4.13. Dari grafik tersebut angka 3,75 menunjukkan jumlah putaran *screw* atau *knob* mulai dari *fully closed*. Diperoleh nilai *pressure drop* sebesar 115 bar yang digunakan pada simulasi.



**Gambar 4.13** Grafik *pressure drop* vs *flow rate* pada *flow control valve*

#### 4.4.2.3 Pemilihan *Pressure Relief Valve*

Pada sistem ini, *pressure relief valve* digunakan untuk memberikan *back pressure* pada silinder sisi *full bore end*. Pada pemilihan *pressure relief valve*, tipe yang sesuai dalam perancangan adalah *Direct Acting Poppet-Type Relief Valve*. Gambar produk dan simbol dari *pressure relief valve* yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 4.14.

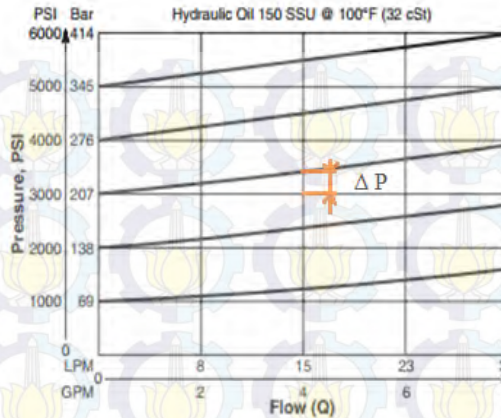


**Gambar 4.14** *Pressure relief valve* beserta simbol

Dari catalog *pressure relief valve* pada lampiran didapatkan:

- tekanan maksimum pada *inlet port* = 380 bar
- *flow rate* maksimum = 30 liter / min
- *dash size port P, T* = 6

Pada catalog *pressure relief valve*, didapatkan grafik kurva hubungan antara *pressure drop* dan *flow* yang terjadi pada *valve* tersebut. Grafik hubungan antara *pressure drop* dan *flow* ditunjukkan pada gambar 4.15. Dari grafik tersebut diperoleh nilai *pressure drop* sebesar 35 bar yang digunakan pada simulasi.

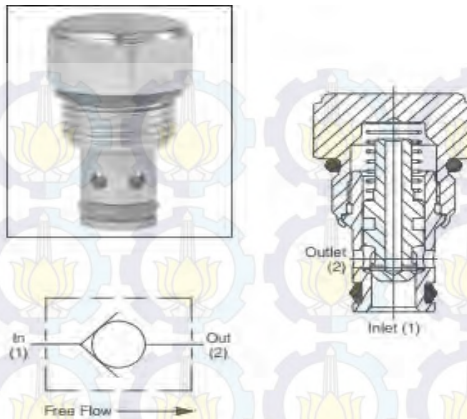


**Gambar 4.15** Grafik *pressure drop vs flow rate* pada *pressure relief valve*

#### 4.4.2.4 Pemilihan *Check Valve*

Pada perancangan sistem hidrolik ini, *check valve* berfungsi untuk membiarkan fluida mengalir dari *power pack* menuju silinder hidrolik dan menghalangi aliran yang berlawanan mengalir melewati *check valve*. Pada pemilihan *check valve*, tipe yang sesuai dalam perancangan adalah *cartridge style check valve*. Gambar produk dari *check valve* yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 4.16.





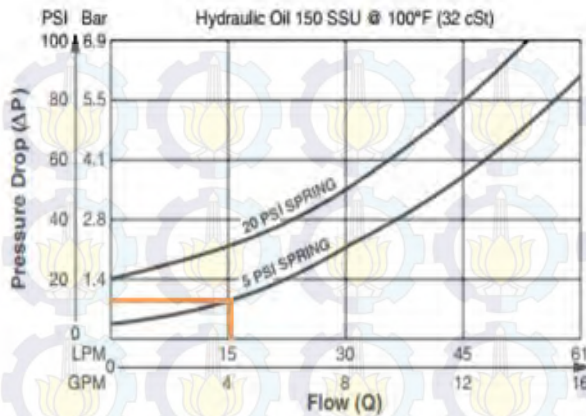
**Gambar 4.16** Check valve beserta simbol

Dari catalog pada lampiran didapatkan:

- tekanan maksimum pada *inlet port* = 350 bar
- *flow rate* maksimum = 38 liter / min
- *dash size port A, B* = 6

Pada catalog *check valve*, didapatkan grafik kurva hubungan antara *pressure drop* dan *flow* yang terjadi pada *valve* tersebut. Grafik hubungan antara *pressure drop* dan *flow* ditunjukkan pada gambar 4.17. Pada grafik, angka 5 psi (3 bar) spring menunjukkan *pressure* minimal yang dibutuhkan *check valve* untuk membuka katup. Diperoleh *pressure drop* sebesar 1 bar yang digunakan pada simulasi.





**Gambar 4.17** Grafik *pressure drop* vs *flow rate* pada *check valve*

#### 4.4.3 Pemilihan *Power Pack*

Pada perancangan sistem hidrolik ini, *power pack* berfungsi sebagai sumber tenaga. *Power pack* terdiri atas motor, pompa dan tanki. Pada pemilihan *power pack*, *power pack* harus mampu menghasilkan tekanan dan *flow rate* yang lebih besar daripada tekanan dan *flow rate* pada sistem. Dalam pemilihan *power pack*, ukuran dari tanki *power pack* perlu juga diperhitungkan. Ukuran tanki dapat dihitung dengan persamaan 2.17 :

$$\text{Ukuran tanki} = (3 \text{ s/d } 5) \cdot Q_{\text{delivery}}$$

dimana:  $Q_{\text{delivery}} = 15,54 \text{ liter/min}$

Sehingga, ukuran tanki adalah sebesar 46,62 sampai dengan 77,7 liter. Tabel 4.6 menunjukkan spesifikasi *power pack* berdasarkan katalog.

**Tabel 4.6** Katalog spesifikasi *power pack*

Pump Model No.	Tank Size Liters (Gallon)	Pump Flow LPM (GPM) @ 1725 RPM	Electrical Motors KW (HP)	Maximum* Bar (PSI)
D-Paks	18.9 (5)	3.4 - 10.2 (0.9 - 2.7)	0.37 (0.5) - 2.24 (3)	207 (3000)
H-Paks	37.9 (10), 75.7 (20), 113.6 (30), 151.4 (40)	3.4 - 36.3 (0.9-9.6)	0.37 (0.5) - 14.9 (20)	207 (3000)
V-Paks	37.9 (10), 75.7 (20), 113.6 (30), 151.4 (40)	7.6 - 59.1 (2.0 - 15.6)	1.5 (2) - 14.9 (20)	207 (3000)
V8	302.8 (80)	41.6 - 136.7 (11.0 - 36.1)	5.6 - 30 (7 1/2 - 40)	207 (3000)

Dari catalog pada tabel 4.6 didapatkan *power pack* yang sesuai yaitu tipe H-paks dengan spesifikasi sebagai berikut:

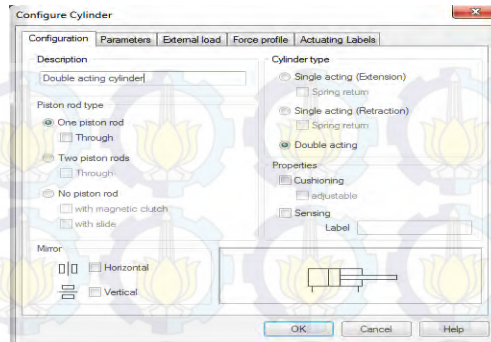
- tekanan maksimum pada *inlet port* = 207 bar
- *flow rate* maksimum = 36,3 liter / min
- ukuran tanki = 75,7 liter
- *dash size port P, T* = 10

#### 4.5 Simulasi Perancangan Sistem Hidrolik *Blank Holder*

Setelah melakukan pemilihan komponen, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah simulasi perancangan sistem hidrolik *blank holder*. Pada tabel 4.2 telah disebutkan daftar kebutuhan dari perancangan sistem hidrolik *blank holder* ini adalah gaya *holding* saat silinder *retract* sebesar 10,2 kN dan kecepatan silinder saat naik maupun turun sebesar 0,03 m/s.

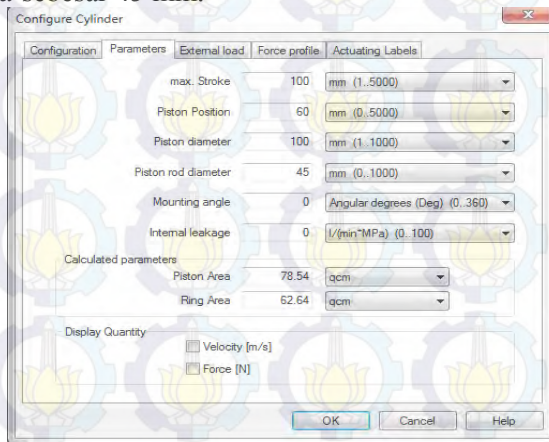
##### 4.5.1 Setting Parameter

Sebelum melakukan simulasi, setting parameter-parameter pada software FLUIDSIM terlebih dahulu dilakukan. Gambar 4.18 menunjukkan setting konfigurasi pada silinder. Tipe dari piston *rod* adalah one piston *rod* dan tipe silinder yang digunakan adalah tipe *double acting* silinder.



**Gambar 4.18** Setting konfigurasi pada silinder

Gambar 4.19 menunjukkan setting parameter pada silinder. Dapat dilihat maksimum stroke pada silinder adalah sepanjang 100 mm, posisi piston mula-mula berada pada 60 mm dari dasar piston. Diameter piston sebesar 100 mm, diameter piston rod sebesar 45 mm.

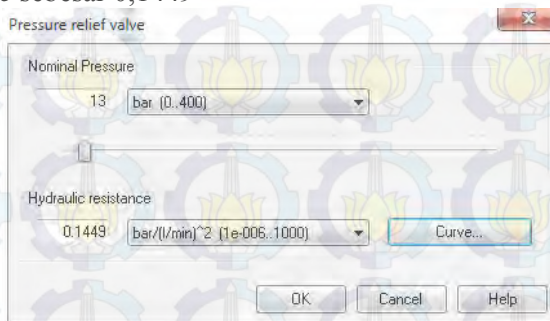


**Gambar 4.19** Setting parameter pada silinder

Pada Gambar 4.20 menunjukkan setting parameter pada *pressure relief valve*. Nominal *pressure* di set pada 13 bar untuk

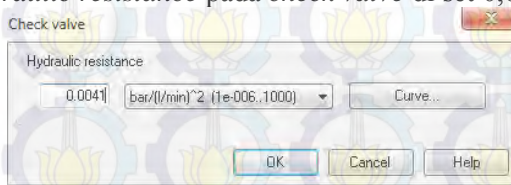


menghasilkan gaya *holding* sebesar 10206,51 dan *hydraulic resistance* sebesar 0,1449



**Gambar 4.20** Setting parameter pada *pressure relief valve*

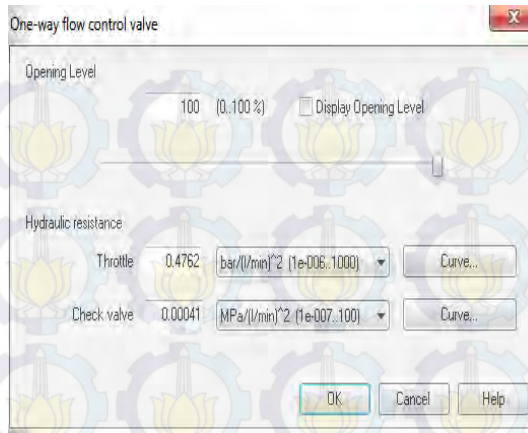
Gambar 4.21 menunjukkan setting parameter pada *check valve*. *Hydraulic resistance* pada *check valve* di set 0,0041.



**Gambar 4.21** Setting parameter pada *check valve*

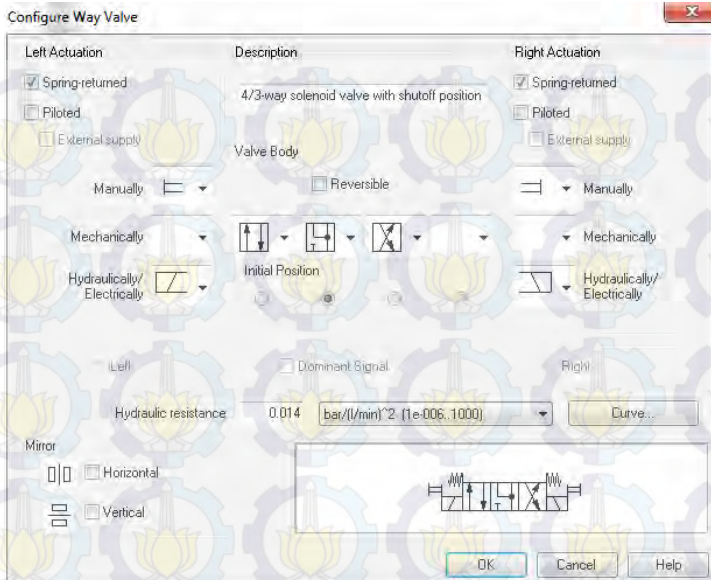
Gambar 4.22 menunjukkan setting parameter pada *flow control valve*. Untuk menunjukkan *screw* atau *knob* diputar 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed*, *hydraulic resistance* pada *throttle* di set 0,4762 dan *hydraulic resistance* pada *check valve* di set 0,00041.





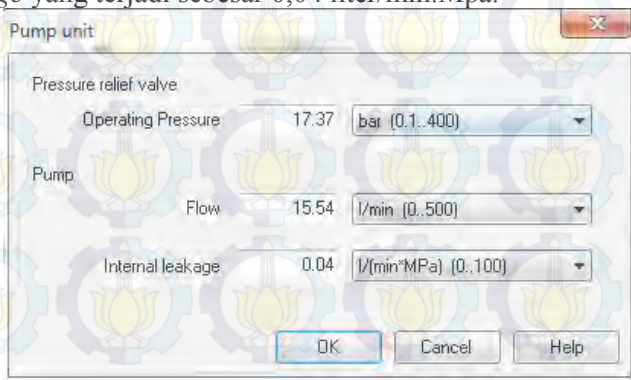
**Gambar 4.22** Setting parameter pada *flow control valve*

Gambar 4.23 menunjukkan setting parameter pada *directional control valve*. *Hydraulic resistance* di set sebesar 0,014 sesuai dengan curva pada catalog *directional control valve*.



**Gambar 4.23** Setting parameter pada *directional control valve*

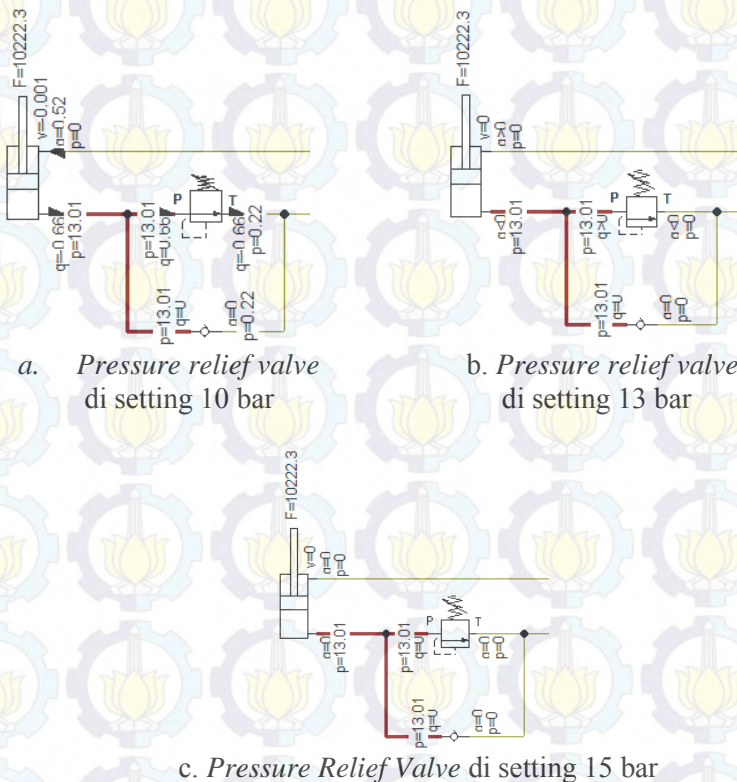
Gambar 4.24 menunjukkan setting parameter pada *power pack*. Operating pressure pada *pressure relief valve* di set sebesar 8 bar, *flow* pada *pump* sebesar 14,13 liter/min dan *internal leakage* yang terjadi sebesar 0,04 liter/min.Mpa.



**Gambar 4.24** Setting parameter pada *power pack*

## 4.5.2 Simulasi Gaya Holding

Gaya *holding* bertujuan memberikan gaya pada *blank holder* sehingga tidak terjadi cacat keriput (*wrinkle*) pada sisi *flange*. Besarnya gaya holding ditentukan oleh nilai *pressure relief valve* yang memberikan *back pressure* pada silinder sisi *full bore end*. Gambar 4.25 menunjukkan hasil simulasi dari beberapa percobaan saat silinder diberikan gaya sebesar 10,2 kN.



**Gambar 4.25** Simulasi dengan beberapa setting *pressure relief valve* yang berbeda



Pada gambar 4.25 a, saat silinder diberikan gaya sebesar 10,2 kN tekanan yang terjadi pada sisi *full bore end* adalah sebesar 13,01 bar. Tekanan pada *setting pressure relief valve* (10 bar) lebih kecil daripada tekanan pada sisi *full bore end* (13,01 bar), sehingga fluida dapat melewati *pressure relief valve*.

Pada gambar 4.25 b, saat silinder diberikan diberikan gaya sebesar 10,2 kN tekanan yang terjadi pada sisi *full bore end* adalah sebesar 13,01 bar. Tekanan pada *setting pressure relief valve* (13 bar) sama dengan tekanan pada sisi *full bore end* (13 bar), sehingga fluida tidak dapat melewati *pressure relief valve*.

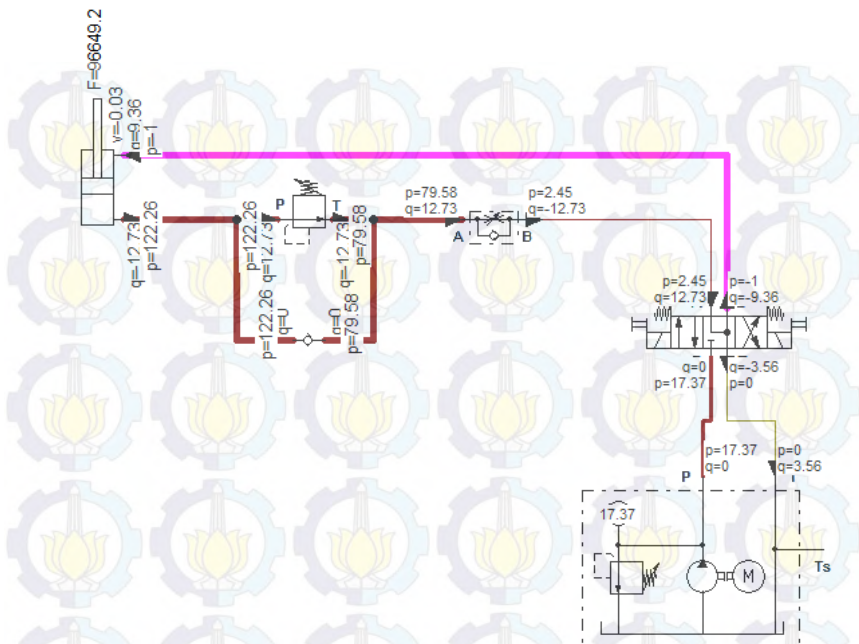
Pada gambar 4.25 c, saat silinder diberikan diberikan gaya sebesar 10,2 kN tekanan yang terjadi pada sisi *full bore end* adalah sebesar 13,01 bar. Tekanan pada *setting pressure relief valve* (15 bar) lebih besar daripada tekanan pada sisi *full bore end*, akibatnya fluida tidak dapat melewati *pressure relief valve*.

Setelah melakukan percobaan di atas, bisa disimpulkan *pressure relief valve* memberikan gaya *holding* ke atas yang besarnya sesuai dengan setting parameter dari *pressure relief valve*. Untuk memberikan gaya *holding* ke atas sebesar 10,2 kN, setting *pressure relief valve* yang sesuai adalah sebesar 13 bar.

#### 4.5.3 Simulasi Silinder Saat *Retract*

Pada silinder terjadi gerakan *retract* akibat gaya dari dies yang lebih besar daripada gaya *blank holder*. Dari perhitungan didapatkan gaya dari dies sebesar 96,6 kN, sedangkan gaya *holding* sebesar 10,2 kN. Pada gambar 4.26 dapat dilihat hasil simulasi sistem hidrolik pada saat silinder *retract* dengan menggunakan software FLUIDSIM.





**Gambar 4.26** Simulasi saat silinder bergerak *retract*

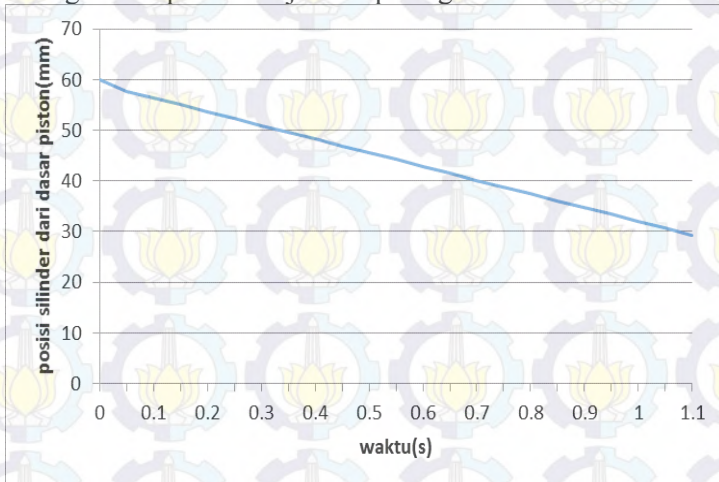
Pada gambar 4.26 dapat dilihat bahwa, fluida yang berada di bawah piston, mempunyai tekanan yang tinggi akibat dari gaya dies yang besar yaitu sebesar 122,26 bar. Fluida tersebut tidak dapat melewati *check valve*, karena katup *check valve* selalu tertutup untuk arah kembali ke tanki, namun fluida dapat melewati *pressure relief valve* karena tekanan fluida yang berada di *inlet port* (122,26 bar) lebih besar daripada setting *pressure relief valve* (13 bar), sehingga fluida dapat mengalir melewati *pressure relief valve*.

Setelah melewati *pressure relief valve*, fluida mengalir melewati *flow control valve*. Pada *flow control valve*, diatur *flow rate* yang keluar dari silinder sisi *full bore end* sehingga kecepatan silinder hidrolik sesuai dengan perancangan di awal yaitu sebesar 0,03 m/s. Untuk menghasilkan kecepatan sebesar

0,03 m/s, *screw* atau *knob* pada *flow control valve* diputar sebanyak 3,75 kali (CCW) dari kondisi fully closed sesuai dengan gambar 4.13.

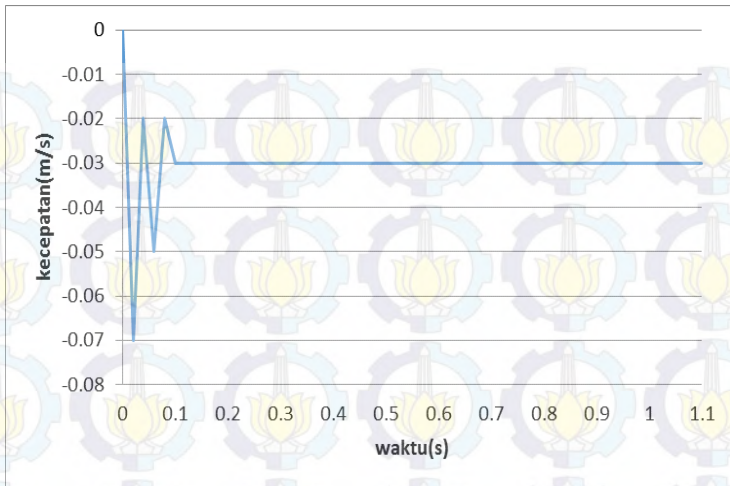
Setelah melewati *flow control valve*, fluida mengalir menuju *directional control valve*. Pada *directional control valve*, fluida dikontrol arahnya menuju tanki, ada pula fluida yang menuju sisi piston *rod* namun fluida tersebut tidak bertekanan. Pada gambar di atas dapat dilihat aliran fluida dari pompa tidak dapat memasuki sistem, karena tertutup oleh katup *directional control valve*.

Setelah dilakukan simulasi sistem hidrolik pada saat gerakan *retract*, hasil dari simulasi di atas dapat ditunjukkan oleh sebuah grafik seperti ditunjukkan pada gambar 4.27 dan 4.28.



**Gambar 4.27** Grafik posisi - waktu pada silinder saat *retract*

Pada gambar 4.27, grafik hubungan antara posisi silinder dari dasar piston dan waktu dapat dilihat. Grafik berbentuk linear dan posisi silinder dari dasar piston turun seiring bertambahnya waktu. Dari grafik di atas, waktu yang dibutuhkan silinder untuk bergerak dari posisi 60 mm ke posisi 30 mm dari dasar piston adalah selama 1,074 sekon.



**Gambar 4.28** Grafik kecepatan – waktu saat silinder *retract*

Pada gambar 4.28, grafik hubungan antara kecepatan dan waktu dapat dilihat. Grafik kecepatan silinder berfluktuasi pada awal sistem bekerja karena pada saat ini, sistem berada dalam tahap transisi menuju kestabilan. Setelah 0,1 sekon kecepatan silinder konstan, yaitu sebesar -0,03 m/s. Tanda minus menunjukkan kecepatan saat silinder turun. Dari hasil grafik ini kecepatan silinder saat bergerak *retract* sudah sesuai dengan daftar kebutuhan pada tabel 3.2 yaitu sebesar 0,03 m/s.

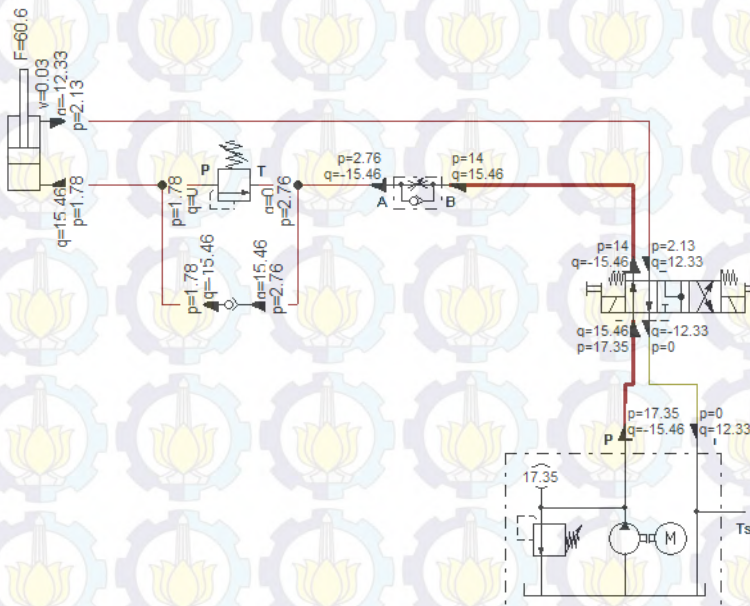
Setelah melakukan simulasi di atas berikut ini adalah parameter-parameter penting hasil simulasi saat silinder bergerak *retract*:

- Tekanan pada *pressure relief valve* di setting 13 bar untuk menghasilkan *holding force* ke atas pada saat silinder *retract*, sebesar 10,2 kN.
- *Flow control valve* di putar 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed* untuk menghasilkan kecepatan *retract* sebesar 0,03 m/s.



#### 4.5.4 Simulasi Silinder Saat *Extend*

Silinder bergerak *extend* akibat tekanan fluida yang mengalir dari *power pack* menuju silinder. Pada saat silinder *extend*, silinder membawa gaya berat akibat *blank holder* sebesar 60,6 N. Pada gambar 4.29 dapat dilihat hasil simulasi sistem hidrolik pada saat silinder *extend* dengan menggunakan software FLUIDSIM.



**Gambar 4.29** Simulasi saat silinder bergerak *extend*

Pada gambar 4.29 dapat dilihat bahwa, mula-mula fluida bertekanan 17,35 bar dengan *flow rate* sebesar 15,46 liter/min mengalir dari *power pack* menuju *directional control valve*. Pada *directional control valve*, aliran fluida diarahkan menuju *flow control valve*.

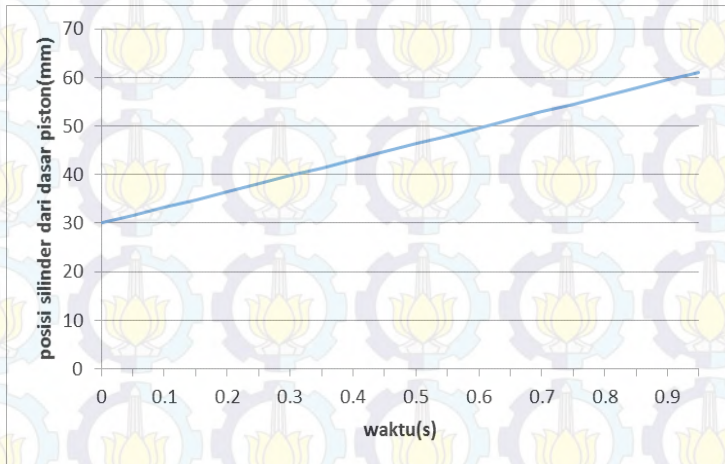
Setelah melewati *directional control valve*, fluida mengalir dengan bebas melewati *flow control valve* dan *check valve*. Fluida tidak dapat melewati *pressure relief valve* karena



arah aliran pada *pressure relief valve* tertutup untuk fluida yang menuju ke silinder .

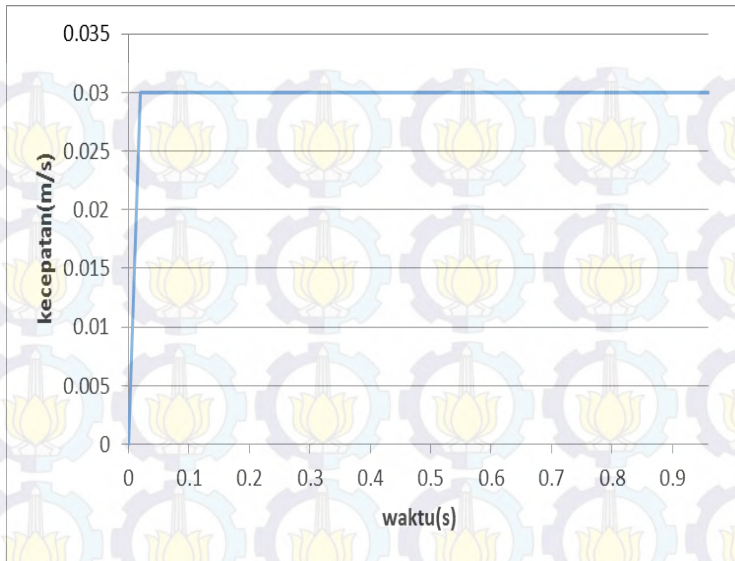
Setelah melewati *check valve*, fluida mengalir melewati silinder dan menyebabkan silinder bergerak. Setelah keluar dari silinder, fluida mengalir melewati *directional control valve* dan menuju ke tanki.

Setelah dilakukan simulasi sistem hidrolik pada saat gerakan *extend*, hasil dari simulasi di atas dapat ditunjukkan oleh sebuah grafik seperti ditunjukkan pada gambar 4.30 dan 4.31.



**Gambar 4.30** Grafik posisi - waktu pada silinder saat *extend*

Pada gambar 4.30 dapat dilihat grafik hubungan antara posisi silinder dari dasar piston dan waktu. Grafik berbentuk linear dan posisi silinder dari dasar piston naik seiring bertambahnya waktu. Dari grafik di atas diketahui, waktu yang diperlukan silinder untuk bergerak dari posisi 30 mm ke posisi 60 mm dari dasar piston adalah selama 0,92 sekon.



**Gambar 4.31** Grafik kecepatan - waktu saat silinder *extend*

Pada gambar 4.31 dapat dilihat grafik hubungan antara kecepatan dan waktu. Kecepatan silinder mula-mula adalah sebesar 0 m/s, kemudian kecepatan silinder naik sebesar 0,03 m/s pada detik ke-0,02 akibat adanya percepatan sesaat. Setelah itu grafik kecepatan konstan selama proses *extend*. Dari hasil grafik ini kecepatan silinder saat bergerak *extend* sudah sesuai dengan daftar kebutuhan pada tabel 3.2 yaitu sebesar 0,03 m/s.

Setelah melakukan simulasi di atas, berikut ini adalah parameter-parameter penting hasil simulasi saat silinder bergerak *extend*:

- Tekanan pada *power pack* di setting 17,37 bar untuk dapat menggerakkan silinder *extend* dengan berat beban 60,6 N.
- *Flow rate* pada *power pack* di setting 15,54 liter/min untuk dapat menggerakkan silinder *extend* dengan kecepatan 0,03 m/s.

#### 4.6 Daftar dan Spesifikasi Komponen Sistem Hidrolik

Dari uraian di atas, maka dibuat suatu daftar nama komponen-komponen yang digunakan di dalam sistem hidrolik beserta spesifikasi dan jumlahnya. Tabel 4.7 menunjukkan komponen, spesifikasi dan jumlah komponen-komponen yang digunakan dalam merancang sistem hidrolik *blank holder*.

**Tabel 4.7** Daftar komponen sistem hidrolik

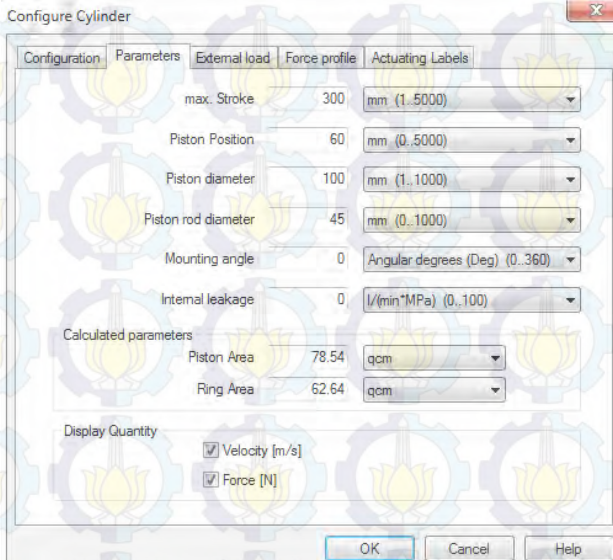
No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Silinder hidrolik series CD210 / CG210	Tipe <i>double acting cylinder</i> D. piston = 100 mm D. piston rod = 45 mm Panjang stroke = 100 mm Mounting <i>square flange</i> pada kepala silinder	1
2	<i>Directional control valve</i> series GS04 54D	P max = 350 bar Q max = 42 liter/min	1
3	<i>Flow control valve</i> series FV 102	P max = 210 bar Q max = 23 liter/min	1
4	<i>Pressure relief valve</i> series RDH082	P max 380 bar Q max = 30 liter/min	1
5	<i>Check valve</i> series CVH081P	P max = 350 bar Q max = 38 liter/min	1
6	<i>Power pack</i> H-paks	P max = 207 bar Q max = 36,3 liter/min	1

Secara lengkap daftar dan spesifikasi komponen sistem hidrolik pada *blank holder* untuk pembuatan cup selongsong peluru kaliber 20 mm dapat dilihat dalam lampiran.



## 4.7 Analisa Panjang Stroke 300 mm

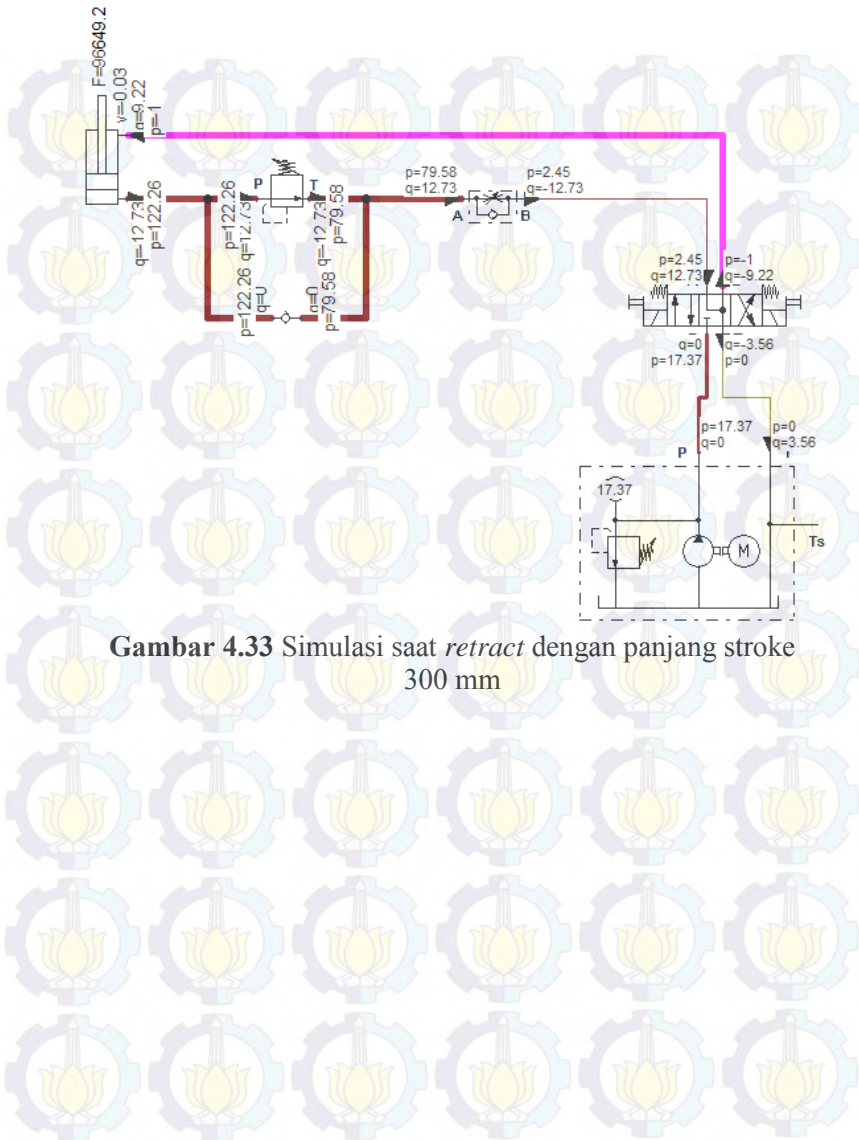
Pada sub bab ini, perubahan pada sistem hidrolik apabila panjang stroke dirubah menjadi 300 mm akan dianalisa. Gambar 4.32 menunjukkan input data ke dalam software FLUIDSIM. Tampak pada gambar, maksimum stroke di set 300 mm.



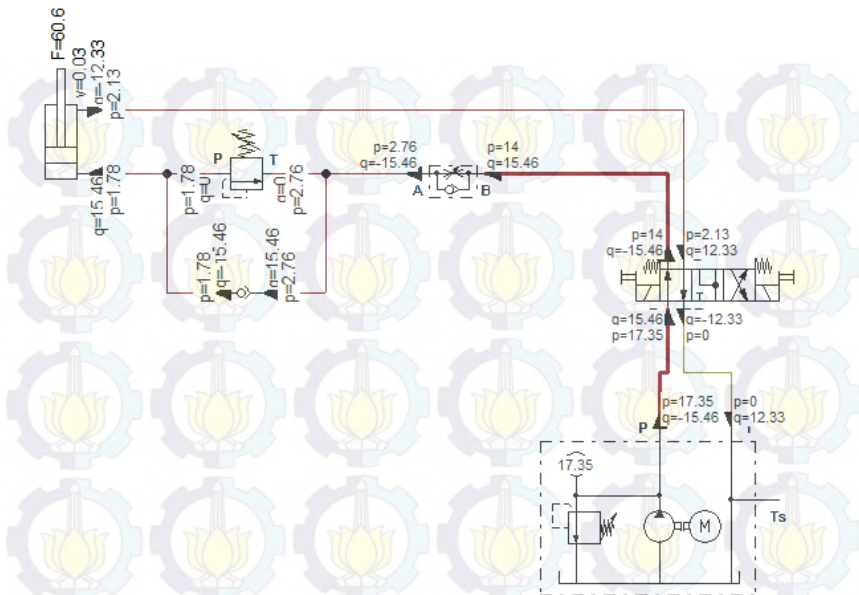
**Gambar 4.32** Setting parameter pada silinder hidrolik

Setelah melakukan *input* data, maka simulasi dilakukan. Hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 4.33 saat silinder bergerak *retract* dan gambar 4.34 saat silinder bergerak *extend*.





**Gambar 4.33** Simulasi saat *retract* dengan panjang stroke 300 mm



**Gambar 4.34** Simulasi saat *extend* dengan panjang stroke 300 mm

Setelah dilakukan simulasi, tidak ada perbedaan apabila dibandingkan dengan hasil simulasi saat panjang stroke 100 mm. *Flow rate* dan tekanan yang terjadi pada sistem saat panjang stroke sepanjang 300 mm sama dengan *flow rate* dan tekanan yang terjadi pada sistem saat panjang stroke sepanjang 100 mm. Hal ini menyebabkan tidak ada perubahan gaya, kecepatan dalam sistem dan juga tidak menyebabkan perubahan pada pemilihan komponen.

Perhitungan *buckling* dilakukan untuk mengecek apakah dengan panjang stroke 300 mm, silinder rod menjadi *buckling* atau tidak. Gaya maksimum yang diijinkan dapat dihitung sebagai berikut dengan persamaan 2.15 sebagai berikut:

$$F = \frac{K}{s}$$

dimana:  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$   
 $J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$  (persamaan 2.14)

$$= \frac{3,14 \cdot 45^4}{64}$$

$$= 201869,91 \text{ mm}^4$$

$S_k = 1 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$  (katalog silinder pada lampiran)

$$= 300 \text{ mm} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$= 212,13 \text{ mm}$$

$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{S_k^2}$  (persamaan 2.14)

$$= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 201869,91}{212,13^2}$$

$$= 9256905 \text{ N}$$

$s = 3,5$

sehingga,  $F_{buckling} = \frac{9256905}{3,5}$   
 $= 2644830 \text{ N} = 2644,8 \text{ kN}$

Gaya total yang terjadi pada silinder adalah gaya ke bawah akibat dari dies dan gaya tahan ke atas . Total gaya yang terjadi pada silinder sebesar:

$$F_{silinder} = F_{die} + F_{holding}$$

$$= 96649,2 + 10222,32$$

$$= 106871,5 \text{ N}$$

Karena  $F_{silinder} < F_{buckling}$ , maka silinder hidrolik dengan panjang stroke 300 mm aman terhadap *buckling*.

Panjang maksimum stroke yang diijinkan agar terhindar dari *buckling* adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{K}{s}$$

dimana:

$$\begin{aligned} F &= 106871,5 \text{ N} \\ K &= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 201869,91}{\left(1 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}\right)^2} \\ s &= 3,5 \end{aligned}$$

sehingga, didapatkan  $l = 1495 \text{ mm}$ . Jadi bisa disimpulkan silinder rod akan dianggap *buckling* apabila panjang stroke melebihi 1495 mm.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan sistem hidrolik *blank holder* pada proses *deep drawing* untuk pembuatan *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm, beberapa kesimpulan dapat ditarik sebagai berikut:

1. Pada perancangan *blank holder set*, posisi *blank holder set* terletak di bawah benda kerja (*inverting dies*). *Blank holder* dirancang berbentuk persegi pada permukaan (100 x 100 mm) dengan tinggi 30 mm. Pada *blank holder*, terdapat lubang di tengah ( $\varnothing$  74 mm) sedalam 5 mm sebagai tempat meletakkan *blank* dan terdapat lubang untuk *punch* ( $\varnothing$ 42 mm). Pin berjumlah 4 buah dan berbentuk silinder ( $\varnothing$  25,4 mm) dengan tinggi 120 mm sedangkan plat berbentuk persegi pada permukaan (100 x 100 mm) dengan tinggi 30 mm.
2. Pada perancangan sistem hidrolik *blank holder*, komponen yang digunakan adalah silinder hidrolik (piston  $\varnothing$  100 mm dan piston rod  $\varnothing$ 45 mm), sebuah *pressure relief valve*, sebuah *check valve*, sebuah *flow control valve*, sebuah *directional control valve* dan sebuah *power pack*.
3. *Pressure relief valve* di setting sebesar 13 bar dan *screw* atau *knob* pada *flow control valve* di putar 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed* agar pada saat silinder *retract* memberikan gaya *holding* ke atas sebesar 10,2 kN dan silinder turun dengan kecepatan 0,03 m/s.
4. *Pressure* pada *power pack* di setting 17,37 bar dengan *flow rate* 15,54 liter/min agar mampu menggerakkan silinder saat naik dengan kecepatan 0,03 m/s.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. *Pressure drop* akibat pada selang akibat *bending* dan *fitting* perlu diperhitungkan agar mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat.
2. Software yang lebih lengkap diperlukan, agar bisa mempertimbangkan gaya dan kecepatan dies saat turun, sehingga hasil simulasi *blank holder* lebih baik.

---

## DAFTAR PUSTAKA

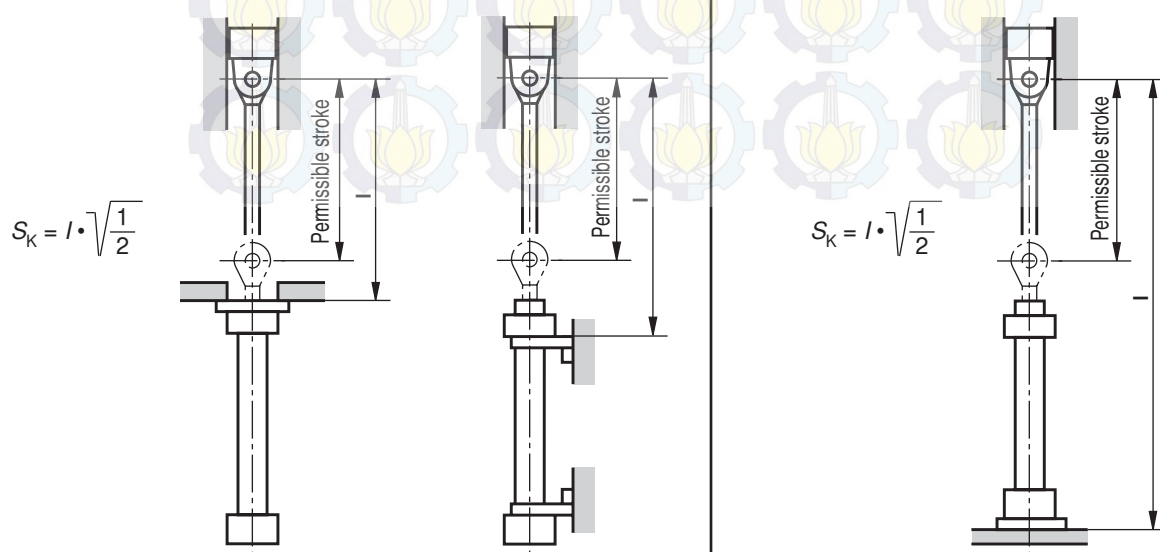
- [1] Rastika, Icha. 2015. *Kebutuhan Peluru Setiap Tahun Capai 600 Juta Butir*, <http://industri.kontan.co.id/news/kebutuhan-peluru-setiap-tahun-capai-600-juta-butir>, 15 April 2015
- [2] Schuler. 1998. *Metal Forming Handbook*. Berlin: Springer
- [3] Altan, Taylan dan Tekkaya, Erman. 2012. *Sheet Metal Forming Fundamentals*. United States: ASM International
- [4] Volk, Mihael , et al. 2010. *Application of Numerical Situation in the Deep-Drawing Process and the Holding System with Segments Insert*, *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering* 57(2011)9, 697-703, 15 April 2015
- [5] Sudjito. Tanpa tahun. *Sifat Mampu Bentuk Lembaran Plat Baja Karbon Rendah pada Proses Tarik Dalam*, [http://www.polines.ac.id/rekayasa/upload/jurnal/jurnal\\_rekayasa\\_1365082262.pdf](http://www.polines.ac.id/rekayasa/upload/jurnal/jurnal_rekayasa_1365082262.pdf), 16 April 2015
- [6] Tschaetsch, Heinz. 2005. *Metal Forming Practise*. Dresden: Springer
- [7] Abed, Kadhim M. 2011. *A Design Calculating System for Deep Drawing Die by Using Simulation Model*, *Thi\_Qar University Journal for Engineering Sciences*, Vol. 2, No. 4, 16 April 2015
- [8] Anonim. Tanpa tahun. *Draw Die Tables for Metal Reduction Percentages and Corner Radii*, <http://stampingworld.com/technicaldatafiles/TechdataDraw%20Die%20Tables%20for%20Reductions.pdf>, 17 April 2015
- [9] Lange, Kurt. 1985. *Handbook of Metal Forming*. United States: McGraw-Hill
- [10] Groover, M.P. 2010. *Fundamental of Modern Manufacturing*. United States: John Willey & sons inc



- [11] Pinches, Michael Young dan Ashby, John G. 1988. *Power Hydraulics*. United States: Prentice Hall
- [12] Wikipedia. *Hydraulic Cylinder*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic\\_cylinder](http://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_cylinder), 18 April 2015
- [13] BoschRexroth. *Mounting Types*, <http://www.boschrexroth.com/ics/Configurator/ModelCodeSelection.cfm?&language=en&Configurator=Zylinder&ModelCode=Zugankerzylinder&Preselection=Typ%3A%7BCD%7D%3Bbaureihe%3A%7B70%7D&pageID=p543851&History=p537603&DisplayType=tile>, 18 April 2015
- [14] Durfee, W. Dan Zun, Z. 2009. *Fluid Power System Dynamics*. Minnesota: A National Science Foundation Engineering Research Center
- [15] Synlube. 2014. *Viscosity*, <http://www.synlube.com/viscosity.html>, 18 April 2011

## Permissible stroke lengths

Piston Ø in mm	Piston rod Ø in mm	Mounting types: C, F, H, L, M, N, P, T				Mounting types: D, K, Q				Available max- imum stroke length in mm (standard ver- sion)
		Operating pressure in bar				Operating pressure in bar				
		75	100	150	210	75	100	150	210	
		Permissible max. stroke in mm				Permissible max. stroke in mm				
40	16	560	470	370	295	195	155	105	70	1000
	18	745	635	505	415	285	230	170	130	
	25	1000	1000	1000	845	620	520	405	325	
50	22	880	750	595	490	340	280	205	155	1200
	25	1160	990	785	645	465	385	290	225	
	36	1200	1200	1200	1200	1090	925	730	600	
63	25	880	745	655	470	330	265	225	140	1400
	28	1145	975	775	640	460	380	285	220	
	36	1400	1400	1325	1100	820	690	535	430	
	45	1400	1400	1400	1400	1365	1165	920	755	
80	36	1505	1285	1025	845	615	510	390	305	1700
	45	1700	1700	1645	1365	1025	860	670	540	
	56	1700	1700	1700	1700	1670	1425	1130	925	
100	45	1875	1600	1275	1050	775	645	495	390	2000
	50	2000	1990	1585	1300	975	820	630	500	
	70	2000	2000	2000	2000	2000	1800	1430	1180	
125	50	1820	1545	1220	1000	735	610	455	350	2300
	56	2300	2005	1605	1325	990	830	640	510	
	63	2300	2300	2035	1680	1270	1070	830	665	
	90	2300	2300	2300	2300	2300	2300	1960	1625	
150	63	2450	2085	1655	1360	1010	845	645	505	2600
	70	2600	2600	2115	1755	1315	1110	865	700	
	80	2600	2600	2600	2280	1740	1465	1140	920	
	100	2600	2600	2600	2600	2600	2465	1965	1620	
180	80	2800	2800	2245	1845	1390	1165	895	710	2800
	90	2800	2800	2800	2515	1900	1615	1275	1044	
	125	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2645	2195	
200	90	3000	3000	2690	2240	1675	1420	1120	910	3000
	100	3000	3000	3000	2845	2150	1830	1450	1190	
	140	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2990	2485	



CV

Check  
Valves

SH

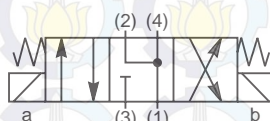
Shuttle  
ValvesLM  
Load/Motor  
ControlsFC  
Flow  
ControlsPC  
Pressure  
ControlsLE  
Logic  
ElementsDC  
Directional  
ControlsMV  
Manual  
ValvesSV  
Solenoid  
ValvesPV  
Proportional  
ValvesCE  
Coils &  
ElectronicsBC  
Bodies &  
CavitiesTD  
Technical  
Data

## General Description

4-Way, 3 Position, Floating Center Spool Valve.  
For additional information see Technical Tips on pages SV1-SV6.

## Features

- Four way floating center valve designed to operate double acting cylinders and bi-directional motors, etc.
- One piece cartridge housing ensures internal concentricity
- Coil: Waterproof, hermetically sealed, requires no O'Rings; Symmetrical coil can be reversed without affecting performance.

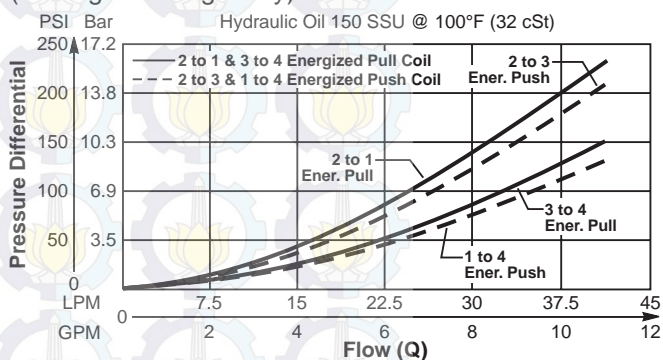


## Specifications

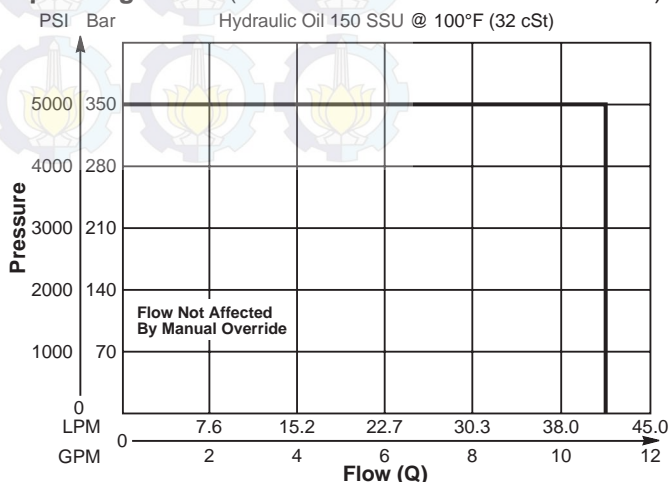
<b>Rated Flow (At 70 PSI ΔP)</b>	42 LPM (11 GPM)
<b>Maximum Inlet Pressure</b>	350 Bar (5000 PSI)
<b>Leakage at 150 SSU (32 cSt)</b>	160 cc/min @ 210 Bar (3000 PSI)
<b>Minimum Operating Voltage</b>	85% of rated voltage at 20°C (72°F).
<b>Response Time</b>	<b>Open</b> 30-60 ms <b>Close</b> 20-40 ms
<b>Cartridge Material</b>	All parts steel. All operating parts hardened steel.
<b>Operating Temp. Range/Seals</b>	-40°C to +93.3°C (Nitrile) (-40°F to +200°F) -31.7°C to +121.1°C (Fluorocarbon) (-25°F to +250°F)
<b>Fluid Compatibility/ Viscosity</b>	Mineral-based or synthetic with lubricating properties at viscosities of 45 to 2000 SSU (6 to 420 cSt)
<b>Filtration</b>	ISO Code 16/13, SAE Class 4 or better
<b>Approx. Weight</b>	.26 kg (.58 lbs.)
<b>Cavity</b>	C10-4 (See BC Section for more details)

## Performance Curves

### Pressure Drop vs. Flow Energized - GS045450ND (Through cartridge only)

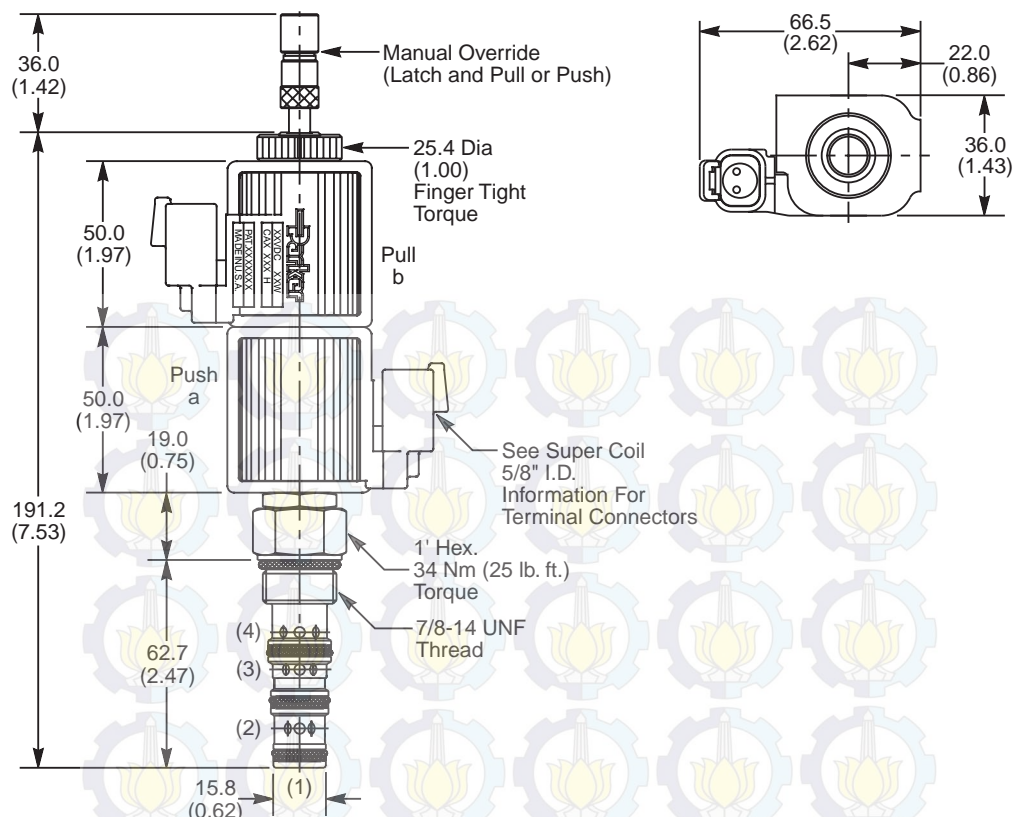


### Operating Limits (Measured at 75% of Nominal Current)





**Dimensions** Millimeters (Inches)



**Ordering Information**

<b>GS04</b>	<b>54</b>				<b>D</b>					
10 Size Solenoid Valve	Style	Override Option	Screen	Seals	Design Level	Coil Type	Coil Voltage	Coil Termination	Body Material	Port Size

Code	Style
<b>54</b>	High Flow and Pressure ('SP' Coil)

Code	Seals / Kit No.
<b>N</b>	Nitrile / Buna-N (Std.) (SK30506N-1)
<b>V</b>	Fluorocarbon / (SK30506V-1)

Code	Design Level
<b>D</b>	Includes Industry Common Cavity

Code	Coil Type
<b>Omit</b>	Without Coil
<b>SP</b>	Super Coil - 28 Watts

Code	Coil Voltage
<b>Omit</b>	Without Coil
<b>D012</b>	12 VDC
<b>D024</b>	24 VDC
<b>A120</b>	120 VAC, 60/50 Hz
<b>A240</b>	240 VAC, 60/50 Hz*

\*22 Watts

Code	Coil Termination
<b>Omit</b>	Without Coil
<b>C</b>	Conduit With Leads
<b>D</b>	DIN Plug Face
<b>A</b>	Amp Jr. Timer*
<b>S</b>	Dual Spade*
<b>L</b>	Dual Lead Wire*
<b>LS</b>	Sealed Lead Wire*
<b>H</b>	Molded Deutsch*

See Super Coil 5/8" I.D.  
 \*DC Only

Code	Body Material
<b>Omit</b>	Steel
<b>A</b>	Aluminum

Code	Port Size	Body Part No.
<b>Omit</b>	Cartridge Only	
<b>8T</b>	SAE-8	(B10-4-*8T)
<b>8B</b>	1/2" BSPG	(B10-4-*8B)

\* Add "A" for aluminum, omit for steel.

Code	Screen
<b>0</b>	None (Contact factory for OEM requirements)



**CV** Check Valves  
**SH** Shuttle Valves  
**LM** Load/Motor Controls  
**FC** Flow Controls  
**PC** Pressure Controls  
**LE** Logic Elements  
**DC** Directional Controls  
**MV** Manual Valves  
**SV** Solenoid Valves  
**PV** Proportional Valves  
**CE** Coils & Electronics  
**BC** Bodies & Cavities  
**TD** Technical Data

## General Description

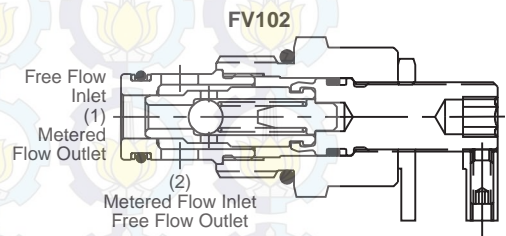
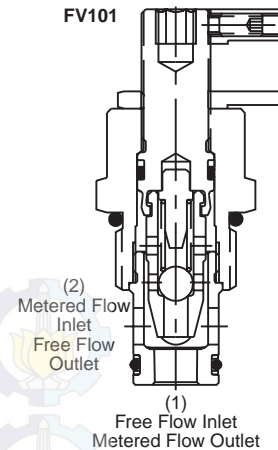
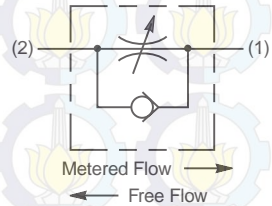
Needle Valve with a Reverse Check. Also known as a Flow Control Valve. For additional information see Technical Tips on pages FC1-FC4.

## Features

- Hardened, precision ground parts for durability
- Compact size for reduced space requirements
- Fine thread needle option available for precise adjustment
- All external parts zinc plated

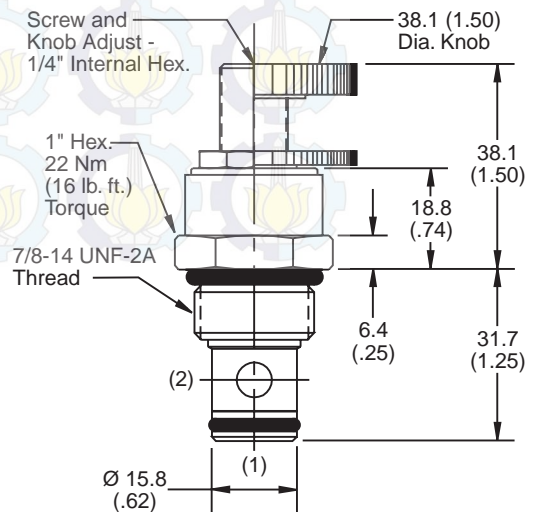
## Specifications

<b>Rated Flow</b>	<b>FV101</b> 45 LPM (12 GPM) <b>FV102</b> 23 LPM (6 GPM)
<b>Maximum Inlet Pressure</b>	210 Bar (3000 PSI)
<b>Cartridge Material</b>	All parts steel. All operating parts hardened steel.
<b>Operating Temp. Range/Seals</b>	-40°C to +93.3°C (Nitrile) (-40°F to +200°F) -31.7°C to +121.1°C (Fluorocarbon) (-25°F to +250°F)
<b>Fluid Compatibility/Viscosity</b>	Mineral-based or synthetic with lubricating properties at viscosities of 45 to 2000 SSU (6 to 420 cSt)
<b>Filtration</b>	ISO Code 16/13, SAE Class 4 or better
<b>Approx. Weight</b>	.23 kg (0.5 lbs.)
<b>Cavity</b>	C10-2 (See BC Section for more details)
<b>Form Tool</b>	Rougher None Finisher NFT10-2F



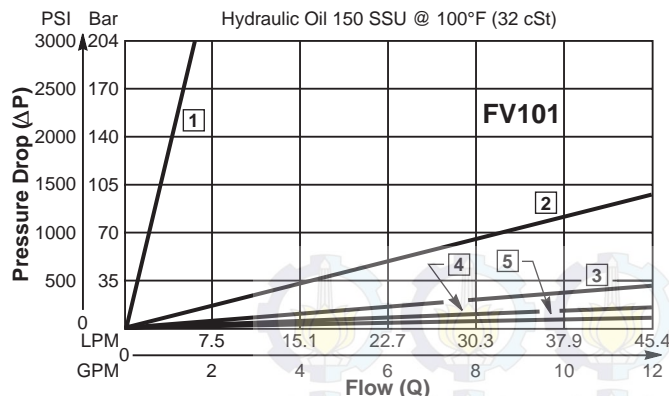
## Dimensions

Millimeters (Inches)



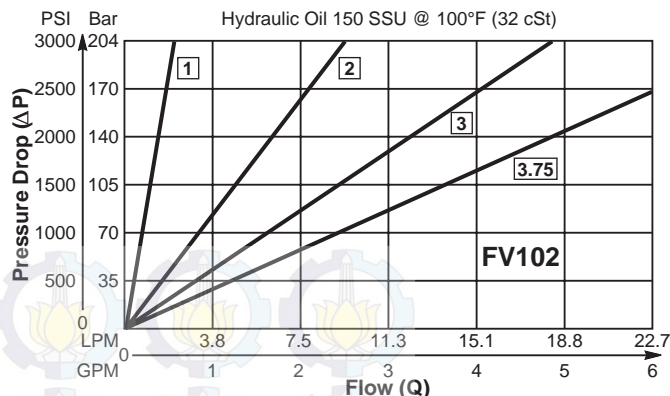
## Performance Curves

### Metered Flow vs. Pressure Drop (Through cartridge only)



□ = No. of Turns CCW From Fully Closed.

The number on each curve indicates the number of complete turns of the knob or screw adjustment from fully closed. When the metered flow is 22.5 LPM (6 GPM) and the adjustment is two complete turns from closed, the pressure drop will be 13.8 Bar (200 PSI). When the metered flow is 22.5 LPM (6 GPM) and the adjustment is five complete turns from closed, the pressure drop will be 3.5 Bar (50 PSI).



□ = No. of Turns CCW From Fully Closed.

The number on each curve indicates the number of complete turns of the knob or screw adjustment from fully closed (non-metered flow). When the metered flow is 7.5 LPM (2 GPM) and the adjustment is two complete turns from closed, the pressure drop will be 156.9 Bar (2275 PSI). When the metered flow is 7.5 LPM (2 GPM) and the adjustment is 3.75 turns from closed, the pressure drop will be 56.6 Bar (820 PSI).

## Ordering Information

<b>FV10</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 Size Flow Control Valve		Style	Adjustment Style	Seals	Body Material	Port Size
<b>Code</b>	<b>Style</b>	<b>Code</b>	<b>Seals / Kit. No.</b>	<b>Code</b>	<b>Body Material</b>	<b>Code</b>
1	Coarse Flow	Omit	Nitrile / (SK10-2N)	Omit	Steel	4P
2	Fine Flow	V	Fluorocarbon / (SK10-2V)	A	Aluminum	6P
<b>Code</b>	<b>Adjustment Style</b>					
K	Knob Adjust (840208K)					
S	Screw Adjust					

Code	Port Size	Body Part No.
Omit	Cartridge Only	
4P	1/4" NPTF	(B10-2-*4P)
6P	3/8" NPTF	(B10-2-*6P)
8P	1/2" NPTF	(B10-2-*8P)
6T	SAE-6	(B10-2-*6T)
8T	SAE-8	(B10-2-*8T)
T8T	SAE-8	(B10-2-T8T)†
6B	3/8" BSPG	(B10-2-6B)†

\* Add "A" for aluminum, omit for steel.  
† Steel body only.

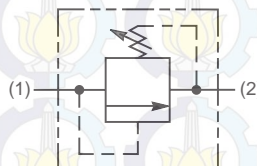
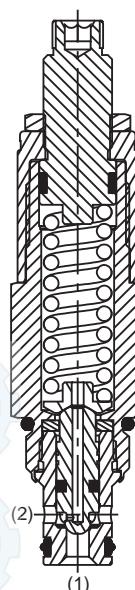
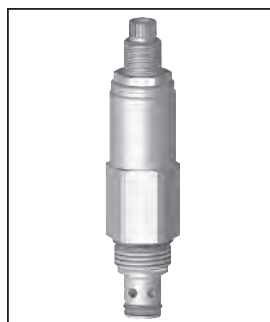
**CV** Check Valves  
**SH** Shuttle Valves  
**LM** Load/Motor Controls  
**FC** Flow Controls  
**PC** Pressure Controls  
**LE** Logic Elements  
**DC** Directional Controls  
**MV** Manual Valves  
**SV** Solenoid Valves  
**PV** Proportional Valves  
**CE** Coils & Electronics  
**BC** Bodies & Cavities  
**TD** Technical Data

## General Description

Direct Acting Poppet-Type Relief Valve. For additional information see Technical Tips on pages PC1-PC6.

## Features

- Hardened, precision ground parts for durability
- Fast response
- Spherical poppets for low leakage
- Internal mechanical stop limits poppet travel eliminating spring solidification
- All external parts have yellow zinc dichromate. This coating is ideal for salt spray applications.
- Polyurethane "D"-Ring eliminates backup rings and prevents hydrolysis



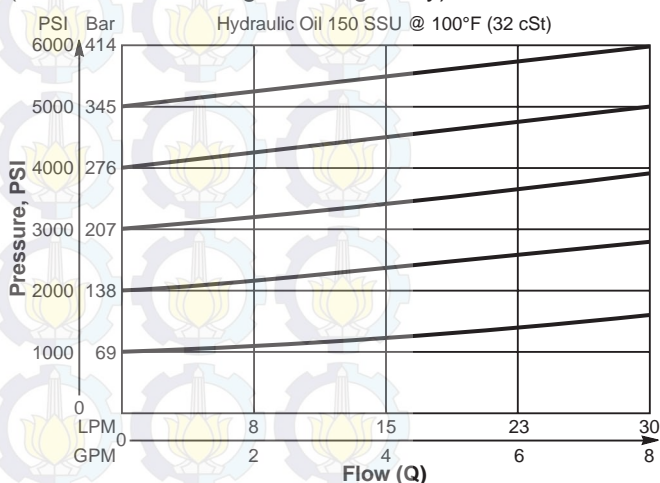
## Specifications

<b>Rated Flow</b>	30 LPM (8 GPM)
<b>Maximum Inlet Pressure</b>	380 Bar (5500 PSI)
<b>Maximum Pressure Setting</b>	350 Bar (5000 PSI)
<b>Reseat Pressure</b>	85% of crack pressure
<b>Leakage at 150 SSU (32 cSt)</b>	5 drops/min. (.33 cc/min.) @75% of crack pressure
<b>Cartridge Material</b>	All parts steel. All operating parts hardened steel.
<b>Operating Temp. Range/Seals</b>	-45°C to +93.3°C ("D"-Ring) (-50°F to +200°F) -31.7°C to +121.1°C (Fluorocarbon) (-25°F to +250°F)
<b>Fluid Compatibility/Viscosity</b>	Mineral-based or synthetic with lubricating properties at viscosities of 45 to 2000 SSU (6 to 420 cSt)
<b>Filtration</b>	ISO Code 16/13, SAE Class 4 or better
<b>Approx. Weight</b>	.18 kg (.40 lbs.)
<b>Cavity</b>	C08-2 (See BC Section for more details)
<b>Form Tool</b>	Rougher None Finisher NFT08-2F

## Performance Curve

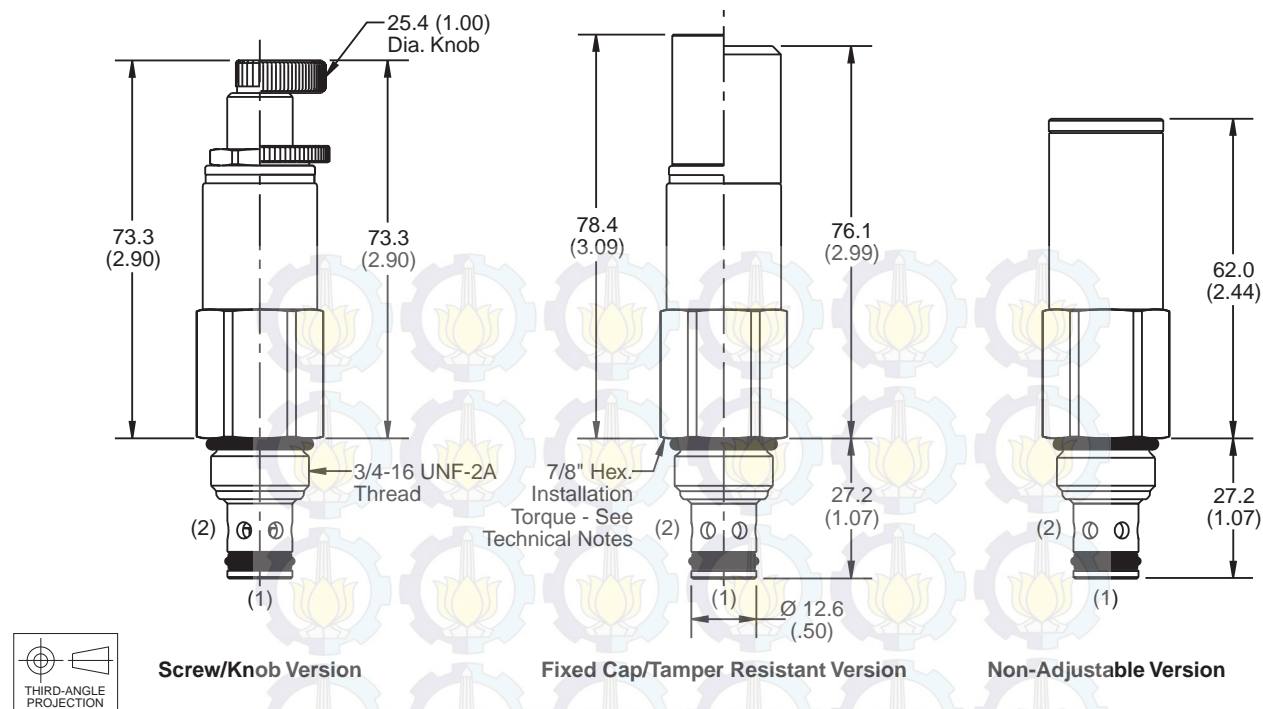
### Flow vs. Inlet Pressure

(Pressure rise through cartridge only)





**Dimensions** Millimeters (Inches)



**Ordering Information**

<b>RDH082</b>						
<b>08 Size Direct Acting Relief Valve</b>	<b>Adjustment Style</b>	<b>Pressure Range</b>	<b>Seals</b>	<b>Optional Pressure Setting</b>	<b>Body Material</b>	<b>Port Size</b>

Code	Adjustment Style / Kit No.
F	Fixed style, preset at factory.
K	Knob Adjust (717784-10)
N	Non-Adjustable
S	Screw Adjust
T	Tamper Resistant Cap (717943)

Code	Seals / Kit No.
Omit	"D"-Ring / (SK08-2)
N	Nitrile / (SK08-2N)
V	Fluorocarbon / (SK08-2V)

Code	Body Material
Omit	Steel
A	Aluminum

Code	Pressure Range
15	6.9 - 103 Bar (100 - 1500 PSI) Standard Setting: 51.7 Bar (750 PSI) @ crack pressure approximately .95 LPM (.25 GPM)
30	17.2 - 207 Bar (250 - 3000 PSI) Standard Setting: 103 Bar (1500 PSI) @ crack pressure approximately .95 LPM (.25 GPM)
50	34.5 - 345 Bar (500 - 5000 PSI) Standard Setting: 172.4 Bar (2500 PSI) @ crack pressure approximately .95 LPM (.25 GPM)

Optional Pressure Setting
Pressure $\div$ 10 i.e. 235 = 2350 PSI (Omit if standard setting is used) Setting Range: 100 to 5000 PSI All settings at crack pressure, approximately .95 LPM (.25 GPM)

Code	Port Size	Body Part No.
Omit	Cartridge Only	
6P	3/8" NPTF	(B08-2-*6P)
4T	SAE-4	(B08-2-*4T)
6T	SAE-6	(B08-2-*6T)
4B	1/4" BSPG	(B08-2-*4B)
6B	3/8" BSPG	(B08-2-*6B)

\* Add "A" for aluminum, omit for steel.



**CV** Check Valves  
**SH** Shuttle Valves  
**LM** Load/Motor Controls  
**FC** Flow Controls  
**PC** Pressure Controls  
**LE** Logic Elements  
**DC** Directional Controls  
**MV** Manual Valves  
**SV** Solenoid Valves  
**PV** Proportional Valves  
**CE** Coils & Electronics  
**BC** Bodies & Cavities  
**TD** Technical Data

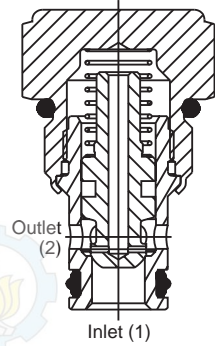
## General Description

Cartridge Style Check Valve. For additional information see Technical Tips on pages CV1-CV4.



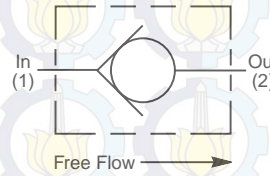
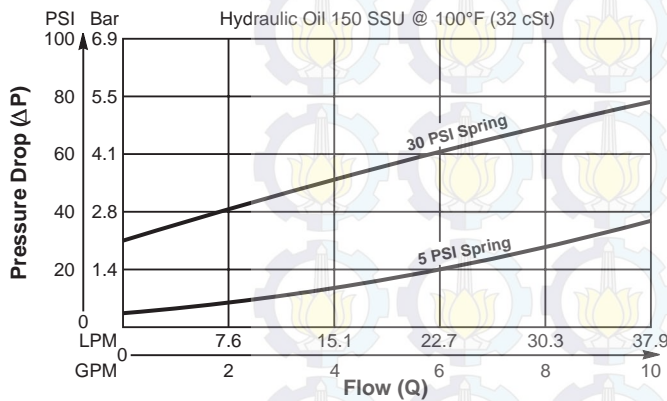
## Features

- Spherical poppet for low leakage
- "D"-Ring eliminates back-up rings
- Dual sense paths for reduced  $\Delta P$
- All external parts zinc plated

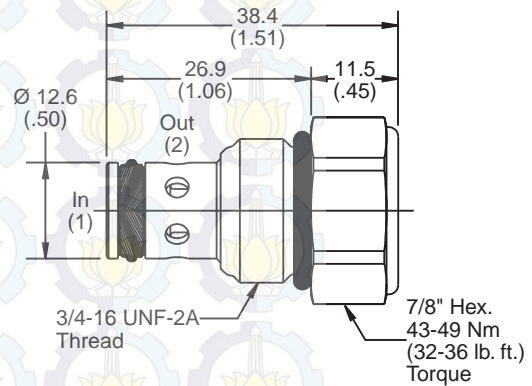


## Performance Curve

**Pressure Drop vs. Flow (Through cartridge only)**



## Dimensions



## Specifications

<b>Rated Flow</b>	38 LPM (10 GPM)
<b>Maximum Inlet Pressure</b>	350 Bar (5000 PSI)
<b>Leakage at 150 SSU (32 cSt)</b>	2 drops/min. (.13 cc/min.) at 350 Bar (5000 PSI)
<b>Cartridge Material</b>	All parts steel. All operating parts hardened steel.
<b>Operating Temp. Range/Seals</b>	-45°C to +93.3°C ("D" Ring) (-50°F to +200°F) -31.7°C to +121.1°C (Fluorocarbon) (-25°F to +250°F)
<b>Fluid Compatibility/Viscosity</b>	Mineral-based or synthetic with lubricating properties at viscosities of 45 to 2000 SSU (6 to 420 cSt)
<b>Filtration</b>	ISO code 16/13, SAE Class 4 or better
<b>Approx. Weight</b>	.10 kg (0.2 lbs.)
<b>Cavity</b>	C08-2 (See BC Section for more details)
<b>Form Tool</b>	Rougher None Finisher NFT08-2F

## Ordering Information

<b>CVH081P</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08 Size Check Valve	Cracking Pressure	Seals	Body Material	Port Size

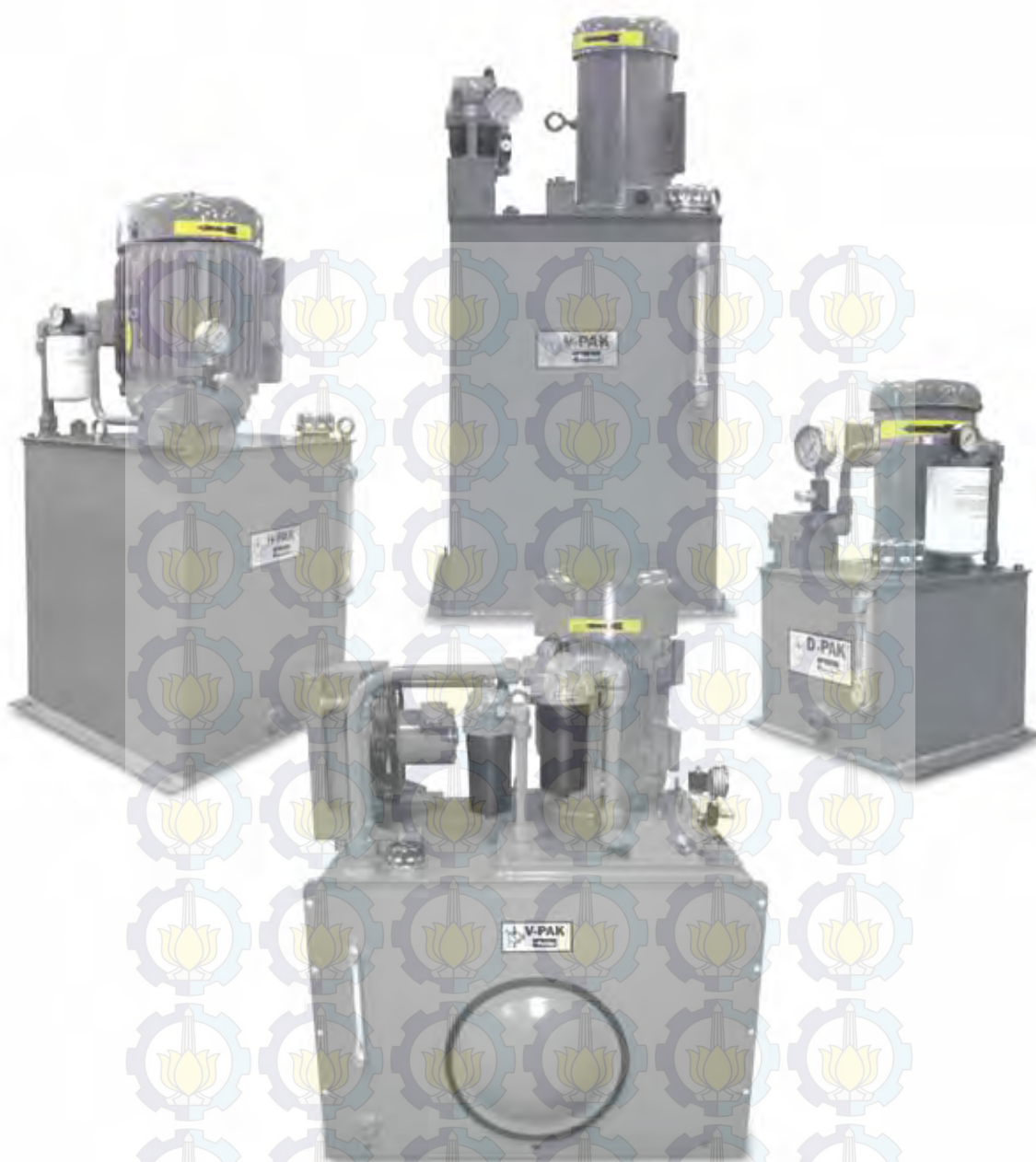
Code	Cracking Pressure
Omit	0.3 Bar (5 PSI)
10	0.7 Bar (10 PSI)
30	2.1 Bar (30 PSI)
65	4.5 Bar (65 PSI)
100	6.9 Bar (100 PSI)
150	10.4 Bar (150 PSI)

Code	Body Material
Omit	Steel
A	Aluminum

Code	Seals / Kit No.
Omit	"D"-Ring / (SK08-2)
N	Nitrile / (SK08-2N)
V	Fluorocarbon / (SK08-2V)

Code	Port Size	Body Part No.
Omit	Cartridge Only	
4P	1/4" NPTF	(B08-2-*4P)
6P	3/8" NPTF	(B08-2-*6P)
4T	SAE-4	(B08-2-*4T)
6T	SAE-6	(B08-2-*6T)
6B	3/8" BSPG	(B08-2-*6B)

\* Add "A" for aluminum, omit for steel.



### Quick Reference Data Chart

Pump Model No.	Tank Size Liters (Gallon)	Pump Flow LPM (GPM) @ 1725 RPM	Electrical Motors KW (HP)	Maximum* Bar (PSI)
D-Paks	18.9 (5)	3.4 - 10.2 (0.9 - 2.7)	0.37 (0.5) - 2.24 (3)	207 (3000)
H-Paks	37.9 (10), 75.7 (20), 113.6 (30), 151.4 (40)	3.4 - 36.3 (0.9- 9.6)	0.37 (0.5) - 14.9 (20)	207 (3000)
V-Paks	37.9 (10), 75.7 (20), 113.6 (30), 151.4 (40)	7.6 - 59.1 (2.0 - 15.6)	1.5 (2) - 14.9 (20)	207 (3000)
V8	302.8 (80)	41.6 - 136.7 (11.0 - 36.1)	5.6 - 30 (7 1/2 - 40)	207 (3000)

\* See pump/motor combination, maximum pressure charts.

## D-Paks Ordering Information

Hydraulic Power Units  
D-Paks

Reservoir  
18.9 Liters  
(5 Gal)



Pressure  
Control



Pump Flow



No Motor  
(See Note  
\*\*)



Electric  
Motor



Manifold



Directional  
Control  
Valve



\*Manapak  
Control  
Valves



Options  
and  
Accessories

Code	Pressure Control
Omit	System Pressure Relief Valve Only
B	System Pressure Relief Valve with Unloading Valve (2-Way 120VAC) N.O. (Energize coil to close)
J	System Pressure Relief Valve with Unloading Valve (2-Way 24VDC) N.O. (Energize coil to close)

Code	Pump Flow Used
0.9	331-9110-267
1.3	331-9110-011
1.8	331-9110-010
2.7	331-9110-101

Code	Electric Motor Description HP (KW) - RPM - Frame - Phase
U1	.5 (.37) - 1725 - 56 C - 1
T1	1 (.75) - 1725 - 56 C - 1
T3	1 (.75) - 1725 - 56 C - 3
G	2 (1.5) - 1725 - 56 C - 3
K	3 (2.2) - 1725 - 56 C - 3

Single phase electric motors are rated as follows:  
115/230V, 1PH, TEFC - 60 Hz 1800 RPM

Three phase electric motors are rated as follows:  
200-230/460V, 3PH, TEFC - 60 Hz 1800 RPM

Consult factory for other motor speeds (RPM) and voltages.

\*\* Use W prefix when no motor is required on unit.

When ordering, W must be followed by motor model code equivalent. Motor coupling will have interface for a 56C frame motor.

Code	Porting Block/Subplate or Manifold Type	Supply/Return Port or Actuator Port Size	Other
O	Pressure and Return Port Block with Safety Relief Valve	P & T Ports SAE-10 Str. Thr'd	Convertible to S3 Option
S3	D03 Single Station Subplate with Safety Relief Valve	A & B Ports SAE-8 Str. Thr'd	Spare P & T SAE-10 Ports
M33	D03 Multistation Parallel Circuit Manifold with Safety Relief Valve	A & B Ports SAE-8 Str. Thr'd	Spare G Port SAE-6

Manifolds are mounted vertically. Bottom station is number 1.

Code	Directional Control Valve Model Number	NFPA Mounting Pad	Nominal Flow GPM (LPM)	Description	Circuit Symbol
B	D1VW001CN***	D03	7 (26.5)	Double (Spr. Ctr)	
C	D1VW004CN***	D03	7 (26.5)	Double (Spr. Ctr)	
T	D1VW008CN***	D03	7 (26.5)	Double (Spr. Ctr)	

Units less valves will be supplied with station cover plates installed.

Code	Manapak Control Valves Function	Valve Model Number	NFPA Mounting Pad	Nominal Flow GPM (LPM)	Circuit Symbol
1	Flow Control Meter-Out	FM2DDKN	D03	7 (26.5)	
3	Pilot Operator Check	CPOM2DDN	D03	7 (26.5)	

Manapak valves mounted in order of callout.

First valve will be nearest DCV; last valve will be on manifold.

Code	Function	Model Number	Technical Data
B1*	Exchanger	RM-08-2-2	Air/Oil: 0.7 HP (52 kW) Rej. @ 3 GPM (11.4 LPM)
H	Pressure Filter	15P110QXRS	Microglass II Element Vis. Ind. - 50 PSI (3.4 bar) Bypass - 2 PSI (0.14 bar) Diff. @ 3 GPM (11.4 LPM)
K	Check Valve Pump Outlet	DT370MOMF05	5 PSI (0.34 bar) Cracking Pressure 7 PSI (0.48 bar) Diff. @ 3 GPM (11.4 LPM)
L	Bypass Check (on Heat Exch)	C1020S65	65 PSI (4.5 bar) Cracking Pressure
O	Return Filter	12AT10C 45LPM (12 GPM)	Cellulose Element Ind. Gage - 15 PSI (1.03 bar) Bypass Max. Oil Flow
R1	Combination Float/Temp. Switch N.O. Float Up	8767820-1	Fixed Temp at 65°C (149°F) Close @ Low Level and/or 65°C (149°F) (N.O.)
R2	Combination Float/Temp. Switch Float Up	876782-02	Fixed Temp at 65°C (149°F) Open @ Low Level and/or 65°C (149°F) (N.C.)

\*Heat rejection based on flow given with a 40°F differential between transfer medium.



= Omit if not required



## BIODATA PENULIS



Yoga Yama Giri, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 22 April 1991. Penulis adalah putra ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Putu Artha Giri dan Ibu Endang Giri Nilawaty. Pendidikan dasar ditempuh di SDN Kebonsari II/415 Surabaya, lulus pada tahun 2003. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMP Negeri 12 Surabaya, lulus pada tahun 2006. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMA Negeri 6 Surabaya, lulus pada tahun 2009. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan teknik mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Di Jurusan Teknik Mesin ini, penulis mengambil Bidang Studi Manufaktur.



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Technological Window.....	5
Gambar 2.2	Layout Deep Drawing Process.....	11
Gambar 2.3	Bagian-Bagian di Dalam Actuator.....	13
Gambar 2.4	Silinder.....	14
Gambar 2.5	Tipe Mounting Silinder Tie Rod CD70.....	15
Gambar 2.6	Viskositas Kinematik Fluida.....	17
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 3.2	Contoh Die Set.....	23
Gambar 4.1	Skema Proses Deep Drawing.....	25
Gambar 4.2	Dimensi Cup Hasil Proses Deep Drawing..	26
Gambar 4.3	Urutan Proses Deep Drawing.....	28
Gambar 4.4	Perancangan Geometri Blank Holder Set...	31
Gambar 4.5	Sket Proses Deep Drawing.....	32
Gambar 4.6	Dimensi Blank Holder.....	33
Gambar 4.7	Dimensi Plat.....	34
Gambar 4.8	Dimensi Pin.....	35
Gambar 4.9	Skema Sistem Hidrolik Blank Holder.....	37
Gambar 4.10	Directional Control Valve Beserta Simbol...	44
Gambar 4.11	Grafik Pressure Drop vs Flow Rate Pada Directional Control Valve.....	45
Gambar 4.12	Flow Control Valve Beserta Simbol.....	45
Gambar 4.13	Grafik Pressure Drop vs Flow Rate Pada Flow Control Valve.....	46
Gambar 4.14	Pressure Relief Valve Beserta Simbol.....	47
Gambar 4.15	Grafik Pressure Drop vs Flow Rate Pada Pressure Relief Valve.....	48
Gambar 4.16	Check Valve Beserta Simbol.....	49
Gambar 4.17	Grafik Pressure Drop vs Flow Rate Pada Check Valve.....	50
Gambar 4.18	Seting Konfigurasi Pada Silinder.....	52
Gambar 4.19	Setting Parameter Pada Silinder.....	52
Gambar 4.20	Setting Parameter Pada Pressure Relief Valve.....	53

Gambar 4.21	Setting Parameter Pada Check Valve.....	53
Gambar 4.22	Setting Parameter Pada Flow Control Valve.....	54
Gambar 4.23	Setting Parameter Pada Directional Control Valve.....	55
Gambar 4.24	Setting Parameter Pada Power Pack.....	55
Gambar 4.25	Simulasi Dengan Beberapa Setting Pressure Relief Valve yang Berbeda.....	56
Gambar 4.26	Simulasi Saat Silinder Bergerak Retract.....	58
Gambar 4.27	Grafik Posisi-Waktu Pada Silinder Saat Retract.....	59
Gambar 4.28	Grafik Kecepatan-Waktu Saat Silinder Retract.....	60
Gambar 4.29	Simulasi Saat Silinder Bergerak Extend.....	61
Gambar 4.30	Grafik Posisi-Waktu Pada Silinder Saat Extend.....	62
Gambar 4.31	Grafik Kecepatan-Waktu Saat Silinder Extend.....	63
Gambar 4.32	Setting Parameter Pada Silinder Hidrolik....	65
Gambar 4.33	Simulasi Saat Retract Dengan Panjang Stroke 300 mm.....	66
Gambar 4.34	Simulasi Saat Extend Dengan Panjang Stroke 300 mm.....	67



# Perancangan Sistem Hidrolik Blank Holder Pada Proses Deep Drawing Untuk Pembuatan Cup Selongsong Peluru Kaliber 20 mm

Yoga Yama dan Bambang Pramujati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: Pramujati@me.its.ac.id

**Abstrak**—Pada proses *deep drawing* konvensional, mesin *press* digerakkan secara mekanik dengan roda gila, *blank holder* dan *drawing ram* digerakkan oleh satu poros utama. Hasil yang didapatkan dari proses konvensional ini adalah gaya dan kecepatan *blank holder* yang tidak mampu dikontrol dengan baik, sehingga bisa mengakibatkan kecacatan pada produk seperti *wrinkle*, *tearing* dan *crack*. Dengan demikian, suatu mekanisme sistem hidrolik diperlukan untuk mengatur gerakan pada *blank holder*. Pada perancangan ini ditetapkan posisi *blank holder set* terletak di bawah benda kerja. *Blank holder set* terdiri atas *blank holder*, pin dan plat. Posisi *blank holder set* terletak di bawah benda kerja. *Blank holder* dirancang berbentuk persegi empat sama sisi dengan dimensi 100 x 100 mm dan tebal 30 mm. Pada *blank holder*, terdapat lubang dengan diameter 74 mm sedalam 5 mm sebagai tempat meletakkan *blank*, dan terdapat lubang untuk *punch* dengan diameter 42 mm. Pin berjumlah 4 buah dan berbentuk silinder dengan diameter 25,4 mm dan tinggi 120 mm, sedangkan plat bawah berbentuk persegi empat sama sisi dengan dimensi 100 x 100 mm dan tebal 30 mm. *Pressure relief valve* di setting sebesar 13 bar dan *screw* atau *knob* pada *flow control valve* di putar 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed*, sehingga pada saat silinder *retract* memberikan gaya *holding* ke atas sebesar 10,2 kN, dan silinder turun dengan kecepatan 0,03 m/s. *Pressure* pada *power pack* di setting 17,37 bar dengan *flow rate* 15,54 liter/min, sehingga mampu menggerakkan silinder saat naik dengan kecepatan 0,03 m/s.

**Kata Kunci**— *Deep drawing*, *blank holder*, sistem hidrolik

## I. PENDAHULUAN

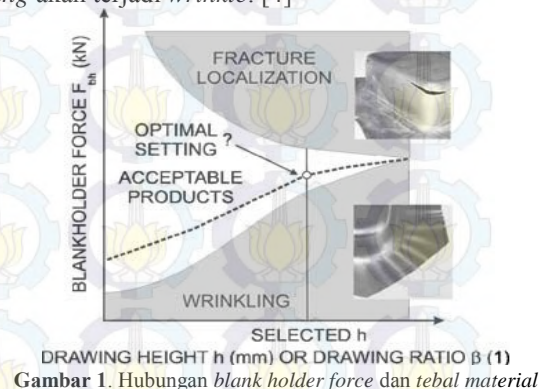
KEBUTUHAN munisi untuk seluruh kesatuan NKRI saat ini berkisar 600 juta peluru per tahun, sedangkan produksi peluru nasional saat ini masih sekitar 100 juta peluru per tahun [1]. Dalam hal ini, sebuah mesin *press tool* yang mampu membuat peluru dengan murah namun kualitas yang baik dibutuhkan, sehingga peluru dapat diproduksi secara massal.

Pada proses *deep drawing* konvensional, mesin *press* digerakkan secara mekanik dengan roda gila, *blank holder* dan *drawing ram* digerakkan oleh satu poros utama [2]. Hasil yang didapatkan dari proses konvensional ini adalah gaya dan kecepatan *blank holder* yang tidak mampu dikontrol dengan

baik [3], sehingga bisa mengakibatkan kecacatan pada produk seperti *wrinkle*, *tearing* dan *crack*.

Suatu mekanisme sistem hidrolik untuk mengatur gaya dan kecepatan dari *blank holder* dikembangkan, sehingga benda hasil produksi tidak terjadi kecacatan.

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara *blank holder* terhadap ketebalan benda kerja. Apabila *blank holder force* terlalu besar, produk hasil proses *deep drawing* akan menjadi robek, sedangkan jika terlalu kecil produk hasil proses *deep drawing* akan terjadi *wrinkle*. [4]



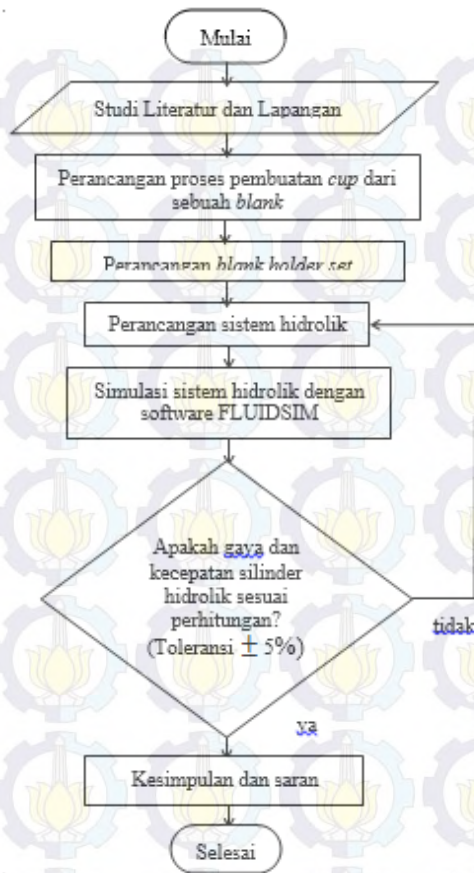
Gambar 1. Hubungan *blank holder force* dan tebal material

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Flowchart Metodologi Penelitian

Dalam menyelesaikan perancangan sistem hidrolik *blank holder*, suatu urutan metodologi penelitian seperti pada gambar 2 perlu dibuat dalam bentuk flowchart.

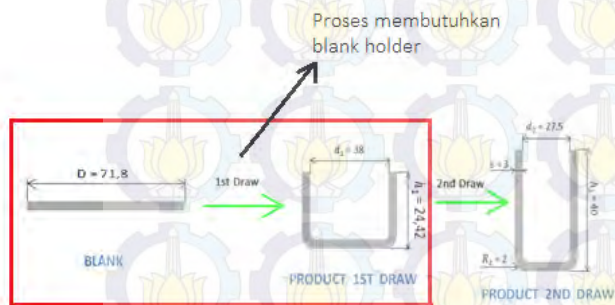




Gambar 2. Diagram alir penelitian

### B. Perancangan Proses Pembuatan Cup Dari Sebuah Blank

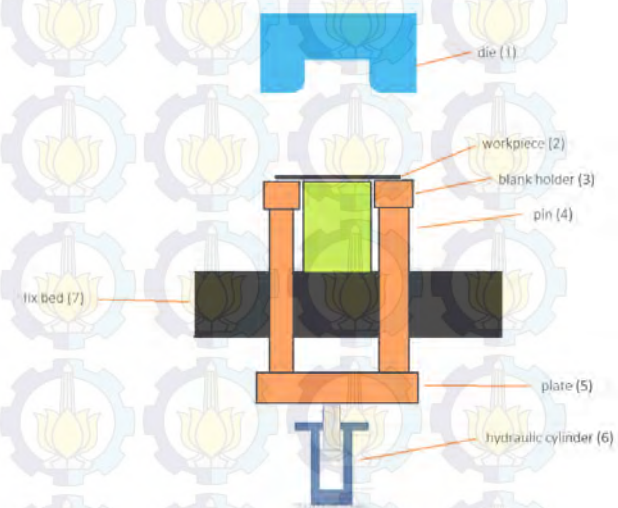
Pada gambar 3, proses drawing selongsong peluru caliber 20 mm, direncanakan sebanyak dua kali proses. Material *blank* dirancang berbahan kuningan (CuZn30/C26000) karena bersifat tidak terlalu kuat dan mempunyai sifat *ductility* yang cukup baik, sehingga cocok untuk proses *deep drawing*.

Gambar 3. Urutan proses *deep drawing*

### C. Perancangan Blank Holder Set

Pada gambar 4, bagian yang termasuk dalam *blank holder set* adalah *blank holder* (3), pin (4) dan plate (5). Pada saat proses *deep drawing* berjalan, *dies* turun ke bawah memberikan gaya drawing untuk membentuk *cup* sedangkan *blank holder* memberikan gaya untuk menjepit ujung dari benda kerja agar tidak terjadi *wrinkle*. *Blank holder*

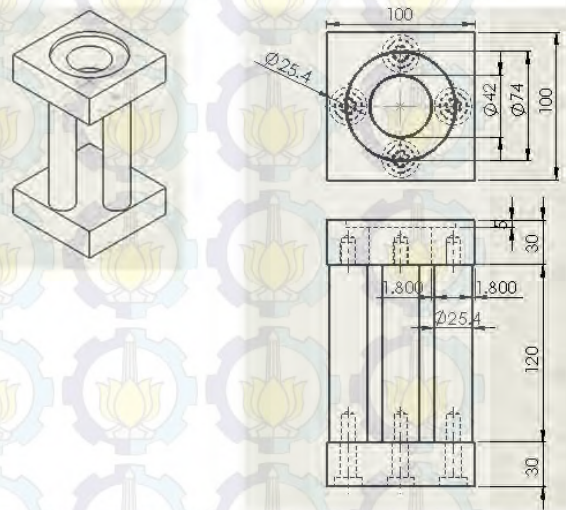
digerakkan oleh 4 buah pin, yang digerakkan oleh sebuah plat. Plat bergerak akibat adanya tekanan dari silinder hidrolik

Gambar 4. Skema proses *deep drawing*

## III. PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK BLANK HOLDER

### A. Perancangan Geometri Blank Holder Set

*Blank holder* dirancang berbentuk balok dengan dimensi 100 x 100 x 30 mm, namun terdapat lubang di tengah sebagai tempat meletakkan material dan lubang untuk *punch*, seperti tampak pada gambar 5. Pin dirancang berjumlah 4 buah, berbentuk silinder dengan diameter 25,4 mm dan tinggi 120 mm. Plat dirancang berbentuk balok dengan dimensi 100 x 100 x 30 mm.

Gambar 5. Perancangan geometri *blank holder set*

### B. Perhitungan Gaya-Gaya yang Terjadi

#### 1. Gaya drawing

$$F_{dr} = D_p \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n$$

$$= 96,6 \text{ kN}$$



## 2. Gaya holding

$$F_h = 0,015 \cdot \sigma_{ys} \cdot \pi \cdot \left\{ D_b^2 - (D_p + 2,2 \cdot s + 2 \cdot R_d)^2 \right\}$$

$$= 10161,71 \text{ N}$$

## 3. Gaya berat akibat blank holder set

$$W_{BH \text{ set}} = m \cdot g$$

$$= 60,6 \text{ N}$$

## 4. Gaya holding total

$$F_{\text{holding total}} = F_h + W_{BH}$$

$$= 10222,31 \text{ N} = 10,2 \text{ kN}$$

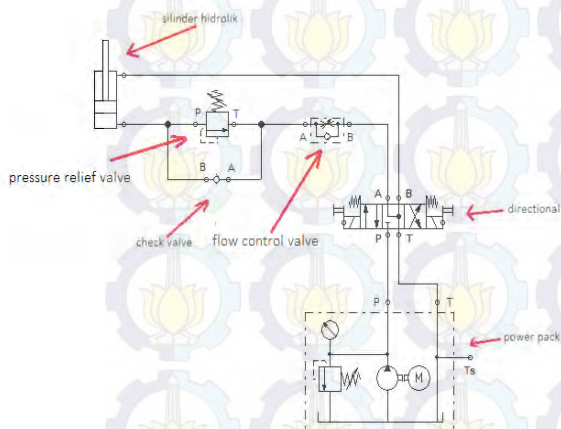
## C. Perancangan Sistem Hidrolik

Tabel 1 menunjukkan daftar kebutuhan dalam perancangan sistem hidrolik *blank holder* untuk membuat *cup* selongsong peluru kaliber 20 mm. Gaya holding yang harus dikeluarkan oleh silinder adalah sebesar 10,2 kN dan kecepatan silinder saat naik dan saat turun sebesar 0,03 m/s.

Tabel 1. Daftar kebutuhan sistem hidrolik

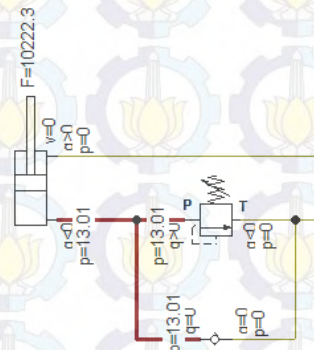
Uraian	keterangan	Alasan
Gaya holding yang harus dikeluarkan oleh silinder	10,2 kN	Sesuai dengan hasil perhitungan
Kecepatan silinder saat naik dan saat turun	0,03 m/s	Dirancang waktu silinder saat naik dan saat turun sebesar 1 sekon, dimana jarak silinder maju atau mundur sebesar 30 mm

Pada gambar 6 terdapat sebuah silinder hidrolik yang digunakan untuk mentransmisikan tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanik. Sebuah *pressure relief valve* untuk memberikan gaya holding ke atas pada proses *deep drawing* dengan menciptakan *back pressure* pada sisi *full bore end* pada silinder. Pada sistem tersebut terdapat sebuah *check valve* yang berfungsi menciptakan aliran satu arah pada sistem, *flow control valve* berfungsi untuk mengatur *flow rate* yang keluar dari sisi *full bore end* pada silinder, sedangkan *directional control valve* berfungsi untuk mengatur arah aliran fluida menuju silinder atau menuju tanki. *Power pack* berfungsi untuk menghasilkan tekanan, *flow rate* dan tempat kembalinya fluida.

Gambar 6. Skema sistem hidrolik *blank holder*

## D. Simulasi Gaya Holding

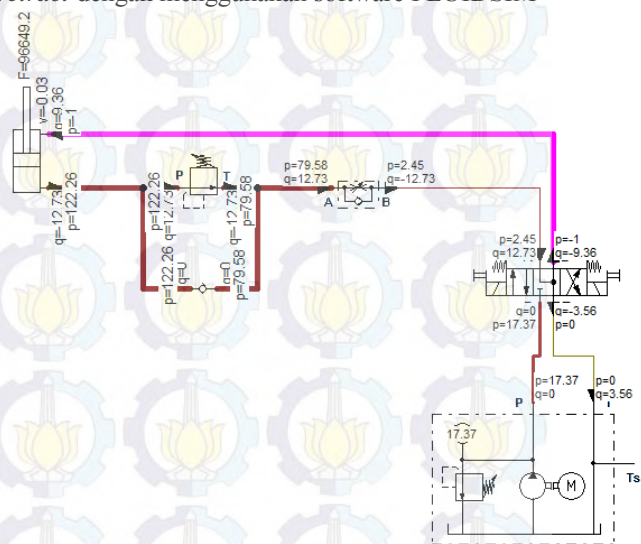
Gaya holding bertujuan memberikan gaya pada *blank holder* sehingga tidak terjadi cacat keriput (*wrinkle*) pada sisi *flange*. Besarnya gaya holding ditentukan oleh nilai *pressure relief valve* yang memberikan *back pressure* pada silinder sisi *full bore end*. Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi saat silinder diberikan gaya sebesar 10,2 kN.

Gambar 7. Hasil simulasi *pressure relief valve* di set 13 bar

Pada gambar 7, saat silinder diberikan diberikan gaya sebesar 10,2 kN tekanan yang terjadi pada sisi *full bore end* adalah sebesar 13,01 bar. Tekanan pada setting *pressure relief valve* (13 bar) sama dengan tekanan pada sisi *full bore end* (13 bar), sehingga fluida tidak dapat melewati *pressure relief valve*.

## E. Simulasi Saat Silinder Retract

Gerakan retract adalah gerakan saat silinder kembali atau mundur. Pada silinder terjadi gerakan *retract* akibat gaya dari dies yang lebih besar daripada gaya *blank holder*. Dari perhitungan didapatkan gaya dari dies sebesar 96,6 kN, sedangkan gaya holding sebesar 10,2 kN. Pada gambar 8, dapat dilihat hasil simulasi sistem hidrolik pada saat silinder *retract* dengan menggunakan software FLUIDSIM

Gambar 8. Hasil simulasi saat silinder *retract*



Pada gambar 8, dapat dilihat bahwa, fluida yang berada di bawah piston, mempunyai tekanan sebesar 122,26 bar. Fluida tersebut tidak dapat melewati *check valve*, karena katup *check valve* selalu tertutup untuk arah kembali ke tanki, namun fluida dapat melewati *pressure relief valve* karena tekanan fluida yang berada di *inlet port* (122,26 bar) lebih besar daripada setting *pressure relief valve* (13 bar), sehingga fluida dapat mengalir melewati *pressure relief valve*.

Setelah melewati *pressure relief valve*, fluida mengalir melewati *flow control valve*. Pada *flow control valve*, diatur *flow rate* yang keluar dari silinder sisi *full bore end* sehingga kecepatan silinder hidrolik sesuai dengan perancangan di awal yaitu sebesar 0,03 m/s. Untuk menghasilkan kecepatan sebesar 0,03 m/s, *screw* atau *knob* pada *flow control valve* diputar sebanyak 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed*.

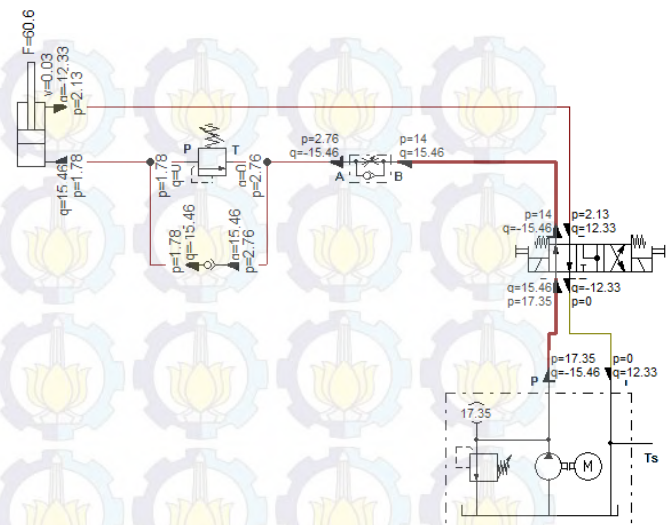
Setelah melewati *flow control valve*, fluida mengalir menuju *directional control valve*. Pada *directional control valve*, fluida dikontrol arahnya menuju tanki, ada pula fluida yang menuju sisi piston *rod* namun fluida tersebut tidak bertekanan. Pada gambar di atas dapat dilihat aliran fluida dari pompa tidak dapat memasuki sistem, karena tertutup oleh katup *directional control valve*.

Setelah melakukan simulasi di atas berikut ini adalah parameter-parameter penting hasil simulasi saat silinder bergerak *retract*:

- Tekanan pada *pressure relief valve* di setting 13 bar untuk menghasilkan *holding force* ke atas pada saat silinder *retract*, sebesar 10,2 kN.
- *Flow control valve* di putar 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed* untuk menghasilkan kecepatan *retract* sebesar 0,03 m/s.

#### F. Simulasi Saat Silinder Extend

Gerakan *extend* adalah gerakan saat silinder maju atau naik. Silinder bergerak *extend* akibat tekanan fluida yang mengalir dari *power pack* menuju silinder. Pada saat silinder *extend*, silinder membawa gaya berat akibat *blank holder* sebesar 60,6 N. Pada gambar 9 dapat dilihat hasil simulasi sistem hidrolik pada saat silinder *extend* dengan menggunakan software FLUIDSIM.



Gambar 9. Hasil simulasi saat silinder extend

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa, mula-mula fluida bertekanan 17,35 bar dengan *flow rate* sebesar 15,46 liter/min mengalir dari *power pack* menuju *directional control valve*. Pada *directional control valve*, aliran fluida diarahkan menuju *flow control valve*.

Setelah melewati *directional control valve*, fluida mengalir dengan bebas melewati *flow control valve* dan *check valve*. Fluida tidak dapat melewati *pressure relief valve* karena arah aliran pada *pressure relief valve* tertutup untuk fluida yang menuju ke silinder.

Setelah melewati *check valve*, fluida mengalir melewati silinder dan menyebabkan silinder bergerak. Setelah keluar dari silinder, fluida mengalir melewati *directional control valve* dan menuju ke tanki.

Setelah melakukan simulasi di atas, berikut ini adalah parameter-parameter penting hasil simulasi saat silinder bergerak *extend*:

- Tekanan pada *power pack* di setting 17,37 bar untuk dapat menggerakkan silinder *extend* dengan berat beban 60,6 N.
- *Flow rate* pada *power pack* di setting 15,54 liter/min untuk dapat menggerakkan silinder *extend* dengan kecepatan 0,03 m/s.

#### G. Daftar dan Spesifikasi Sistem Hidrolik

Dari uraian di atas, maka dibuat daftar nama komponen-komponen yang digunakan di dalam sistem hidrolik beserta spesifikasi dan jumlahnya. Tabel 2 menunjukkan komponen, spesifikasi dan jumlah komponen-komponen yang digunakan dalam merancang sistem hidrolik *blank holder*.



Table 2. Daftar komponen sistem hidrolik

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Silinder hidrolik series CD210 / CG210	Tipe <i>double acting cylinder</i> Diameter piston = 100 mm Diameter piston rod = 45 mm Panjang stroke = 100 mm Mounting <i>square flange</i> pada kepala silinder	1
2	<i>Directional control valve</i> series GS04 54D	P max = 350 bar Q max = 42 liter/min	1
3	<i>Flow control valve</i> series FV 102	P max = 210 bar Q max = 23 liter/min	1
4	<i>Pressure relief valve</i> series RDH082	P max 380 bar Q max = 30 liter/min	1
5	<i>Check valve</i> series CVH081P	P max = 350 bar Q max = 38 liter/min	1
6	<i>Power pack</i> H-paks	P max = 207 bar Q max = 36,3 liter/min	1

#### IV. KESIMPULAN

Pada perancangan sistem hidrolik untuk *blank holder*, komponen yang digunakan adalah silinder hidrolik dengan diameter piston 100 mm dan diameter piston rod sebesar 45 mm. Komponen lain yang digunakan adalah sebuah *pressure relief valve*, sebuah *check valve*, sebuah *flow control valve*, sebuah *directional control valve* dan sebuah *power pack*. Dari hasil simulasi dengan software FLUIDSIM, dapat ditentukan setting *pressure relief valve* adalah 13 bar dan *screw* atau *knob* pada *flow control valve* harus diputar 3,75 kali (CCW) dari kondisi *fully closed*, sehingga pada saat silinder *retract* memberikan gaya *holding* ke atas sebesar 10,2 kN dan silinder turun dengan kecepatan 0,03 m/s. Saat silinder *extend* dengan kecepatan 0,03 m/s, setting *pressure* pada *power pack* adalah sebesar 17,37 bar dan *flow rate* 15,54 liter/min.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis Y.Y. mengucapkan terima kasih kepada Tuhan YME, kepada orang tua dan keluarga di rumah, kepada dosen pembimbing dan penguji serta teman-teman dekat, sehingga jurnal perancangan sistem hidrolik pada proses deep drawing untuk pembuatan cup selongsong peluru kaliber 20 mm dapat selesai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rastika, Icha. 2015. *Kebutuhan Peluru Setiap Tahun Capai 600 Juta Butir*, <http://industri.kontan.co.id/news/kebutuhan-peluru-setiap-tahun-capai-600-juta-butir>, 15 April 2015
- [2] Schuler. 1998. *Metal Forming Handbook*. Berlin: Springer
- [3] Altan, Taylan dan Tekkaya, Erman. 2012. *Sheet Metal Forming Fundamentals*. United States: ASM International

- [4] Volk, Mihael , et al. 2010. *Application of Numerical Situation in the Deep-Drawing Process and the Holding System with Segments Insert*, *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering* 57(2011)9, 697-703, 15 April 2015



# BAB I

## PENDAHULUAN

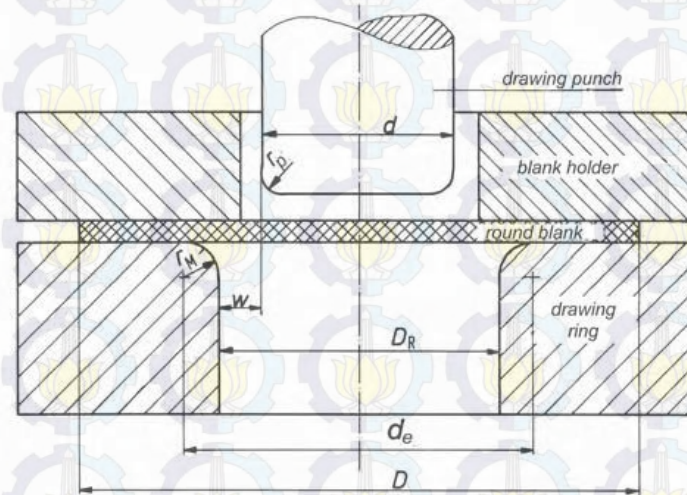
Di tengah kondisi politik dan ekonomi dunia yang tidak menentu ini, pertahanan nasional yang kuat sangat diperlukan. Terlebih Indonesia adalah negara kepulauan, maka diperlukan pertahanan militer yang didukung oleh *supply* persenjataan dan amunisi yang terjamin. Kebutuhan amunisi untuk seluruh kesatuan NKRI saat ini berkisar 600 juta peluru per tahun, sedangkan produksi peluru nasional saat ini masih sekitar 100 juta peluru per tahun [1]. Dalam hal ini, sebuah mesin *press tool* yang mampu membuat peluru dengan murah namun kualitas yang baik dibutuhkan, sehingga peluru dapat diproduksi secara massal.



# BAB II

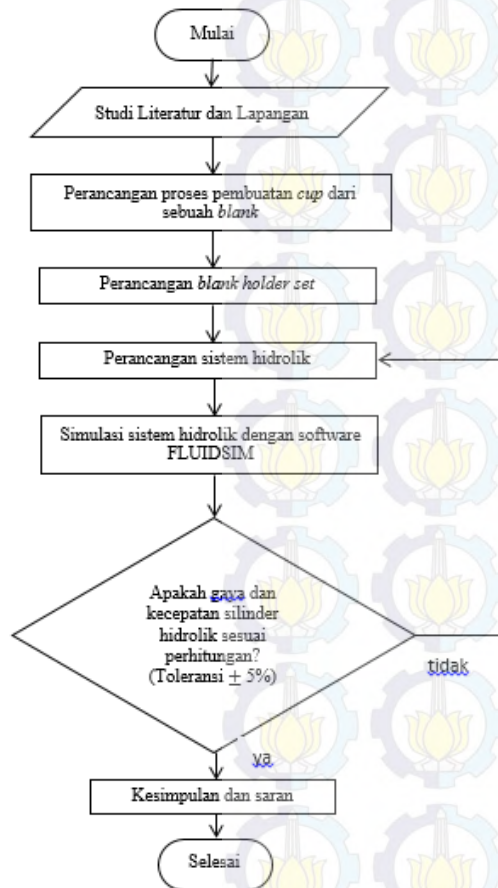
## TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

	$\sqrt{d^2 + 4 d h}$
	$\sqrt{d_2^2 + 4 d_1 h}$
	$\sqrt{d_3^2 + 4 (d_1 h_1 + d_2 h_2)}$
	$\sqrt{d_1^2 + 4 d_1 h + 2 f \cdot (d_1 + d_2)}$
	$\sqrt{d_3^2 + 4 (d_1 h_1 + d_2 h_2) + 2 f \cdot (d_2 + d_3)}$
	$\sqrt{2 d^2} = 1,4 d$
	$\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$



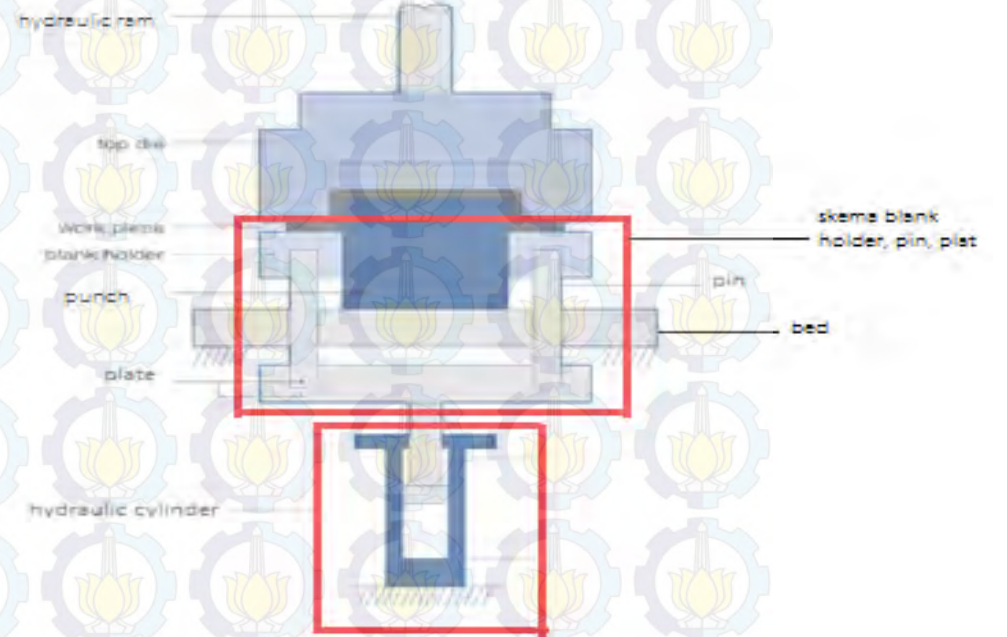
# BAB III

## METODE PENELITIAN



No	Jenis Perancangan	Keterangan	Alasan
1	Material Blank	Kuningan(catridge brass / CuZn30)	- Umum digunakan dalam pembuatan cup selongsong peluru - Material tidak terlalu kuat dan ductility masih cukup besar
2	Material Blank Holder	Steel Alloy 4340 normalized	- Material blank holder harus rigid dan solid
3	Material plat dan pin	Steel Alloy 4340 normalized	- Material plat dan pin harus rigid dan solid

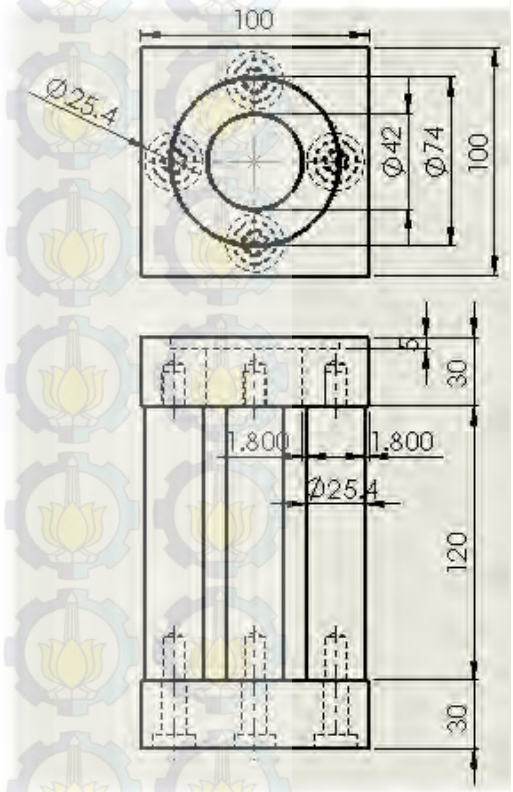
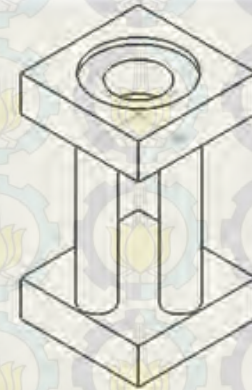
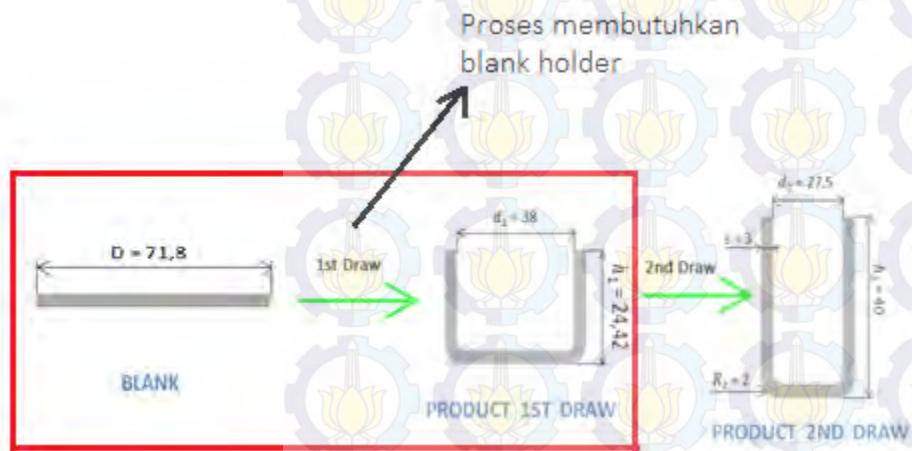


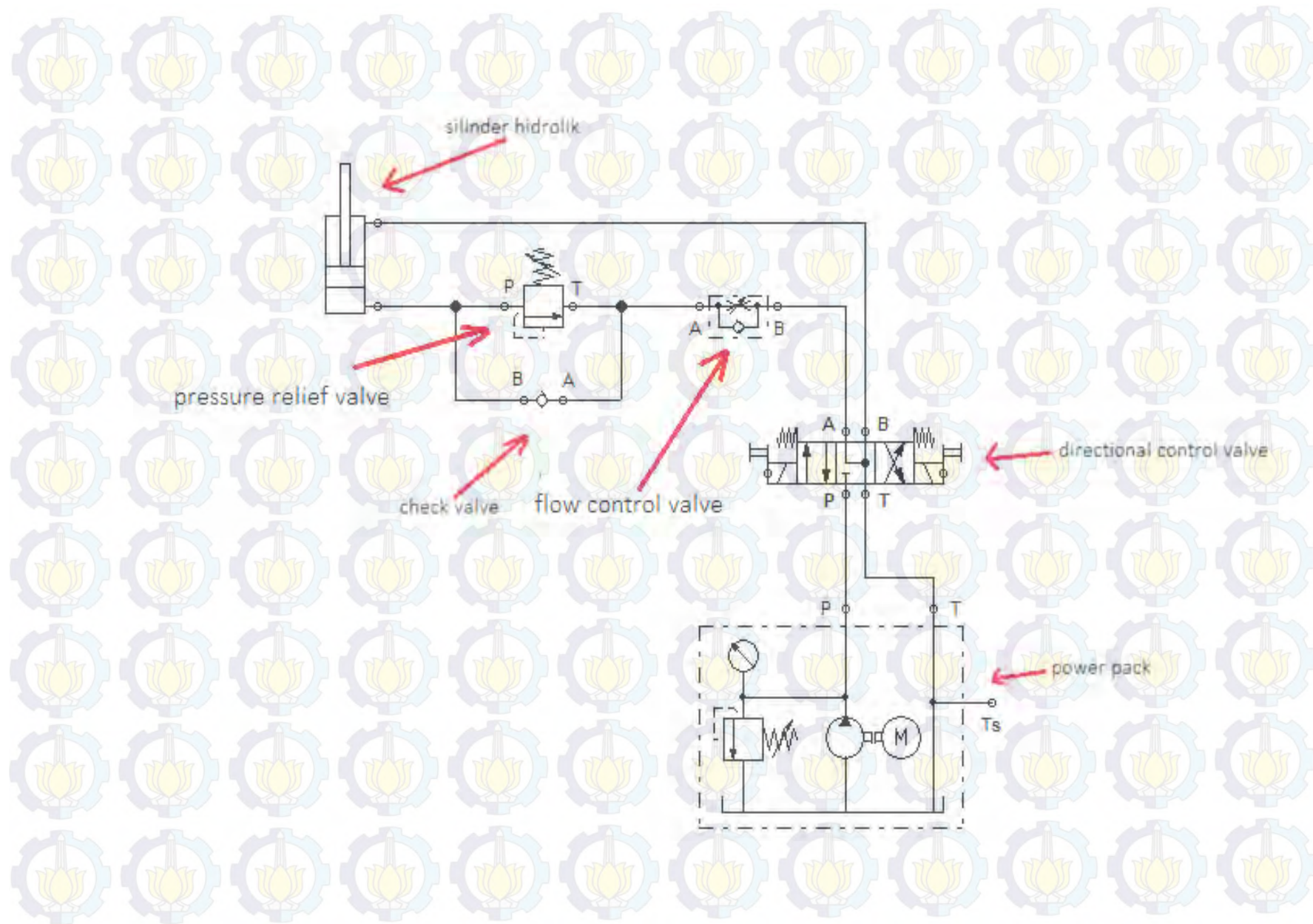




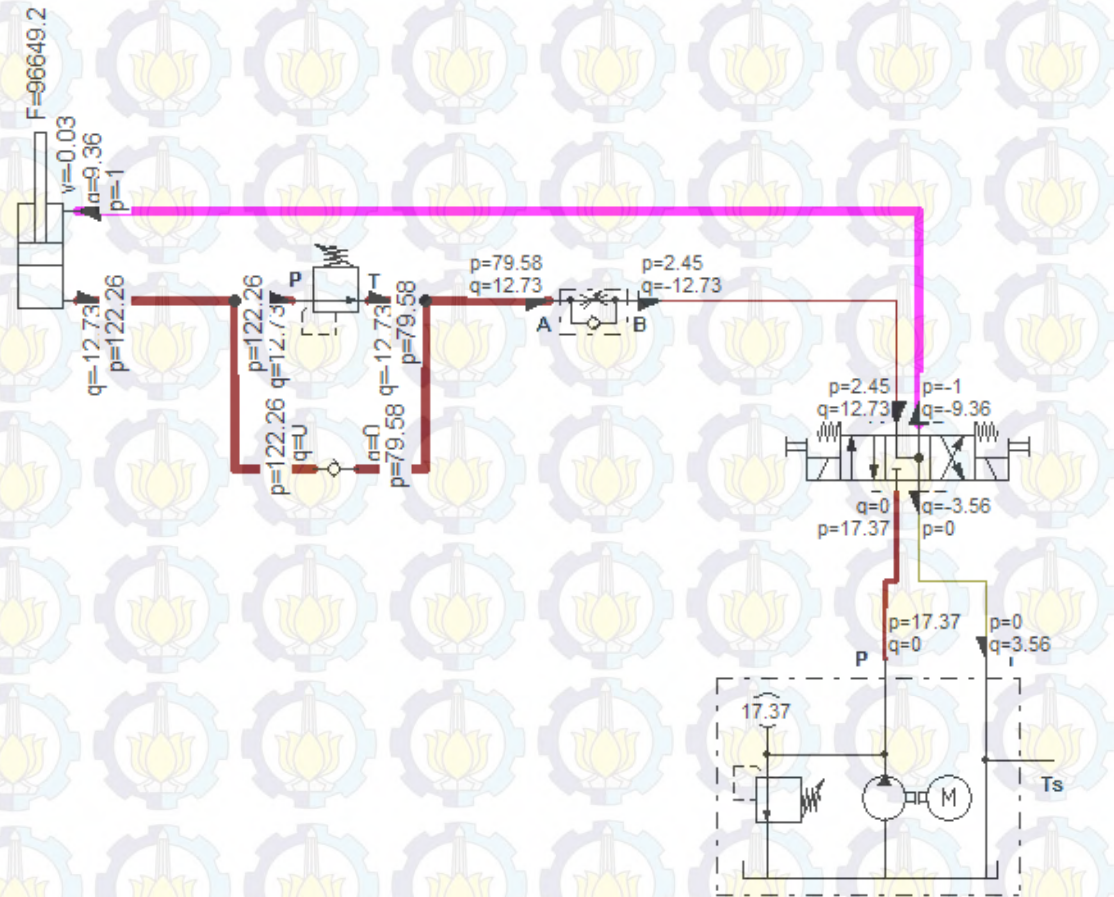
# BAB IV

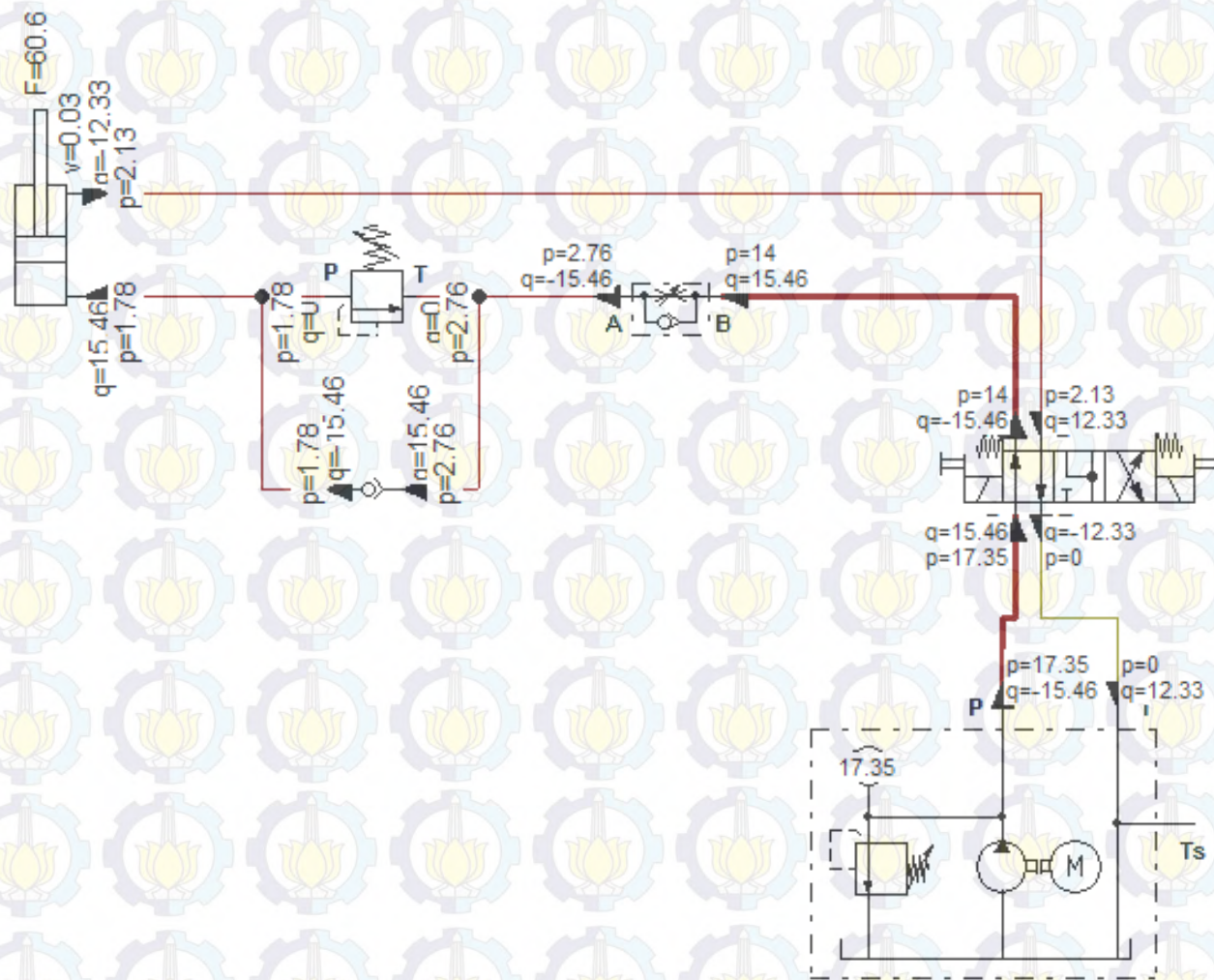
## PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK *BLANK HOLDER*













No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Silinder hidrolik series CD210 / CG210	Tipe double acting cylinder Diameter piston = 100 mm Diameter piston rod = 45 mm Panjang stroke = 100 mm Mounting square flange pada kepala silinder	1
2	Directional control valve series GS04 54D	P max = 350 bar Q max = 42 liter/min	1
3	Flow control valve series FV 102	P max = 210 bar Q max = 23 liter/min	1
4	Pressure relief valve series RDH082	P max 380 bar Q max = 30 liter/min	1
5	Check valve series CVH081P	P max = 350 bar Q max = 38 liter/min	1
6	Power pack H-paks	P max = 207 bar Q max = 36,3 liter/min	1